

UNIVERZITA KARLOVA
3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitačního lékařství 3.LF



Lenka Škochová

**Vyšetření třesu u tenisových hráčů pomocí
akcelerometru**

Tremor diagnostics of tennis players using accelerometer

Bakalářská práce

Praha, červen 2020

Autor práce: **Lenka Škochová**

Studijní program: **Fyzioterapie**

Bakalářská studijní obor: **Specializace ve zdravotnictví**

Vedoucí práce: **doc. PhDr. Kamila Řasová, PhD.**

Pracoviště vedoucího práce: **Klinika rehabilitačního lékařství FNKV**

Předpokládaný termín obhajoby: **září 2020**

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracovala samostatně a použila výhradně uvedené citované prameny, literaturu a další odborné zdroje. Současně dávám svolení k tomu, aby má bakalářská práce byla používána ke studijním účelům.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací. Potvrzuji, že tištěná i elektronická verze v Studijním informačním systému UK je totožná.

V Praze dne 12. července 2020

Lenka Škočková.....

podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala paní doc. PhDr. Kamile Řasové, PhD., vedoucí této bakalářské práce, za její odborné vedení, připomínky, čas a ochotu, které mi po celou dobu psaní práce věnovala.

Dále veliké poděkování patří Ing. Janu Havlíkovi, Ph.D., který mi pomohl se zpracováním dat z akcelerometru a věnoval mi svůj čas pro konzultaci.

Na závěr bych ráda poděkovala své rodině a přátelům, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout.

Abstrakt

Třes je rytmický oscilační pohyb částí těla způsobený střídavými stahy svalových agonistů a antagonistů. Jde o nedobrovolný pohyb vyskytující se u zdravých jedinců, tak i u jedinců s neurologickým postižením. Fyziologický třes závisí na řadě faktorů, mimo jiné na zátěži a reakci na ni (únavnost). Tuto spojitost nikdo doposud nesledoval, proto jsem se rozhodla zjistit, zda má tenisový trénink vliv na parametry vyšetřené pomocí akcelerometru a na svalovou sílu ruky.

Práce je členěna na dvě části. V první části, teoretické, jsou popsána fakta o třesu, dále metabolismus sportu, účinky vibrací, biomechanika tenisu a akcelerometrické zobrazovací techniky. V druhé části, výzkumné, je popsána metodika práce a jsou prezentovány výsledky experimentu. V diskusi jsou zdůrazněny pozitiva i slabiny studie.

Do výzkumu byli zařazeni zdraví jedinci, kteří aktivně hrají tenis. Ti byli vyšetřeni na tenisových kurtech areálu HAMR Sport Braník před a ihned po tréninkové jednotce.

Do vyšetření byla zahrnuta anamnéza, dotazník o rozsahu odehraných hodin, subjektivní vnímání bolesti pomocí Visual Analogue Scale, síla stisku ruky Hand grip testem a akcelerometrické vyšetření pro zobrazení frekvence třesu.

Studie se zúčastnilo 10 lidí, z toho jeden byl z důvodu ortopedické vady na horní končetině vyloučen. Po zhodnocení anamnestických dat bylo do projektu zahrnuto celkem 9 lidí, z toho 6 chlapců a 3 dívky průměrného věku $22 \pm 5,85$ let (s intenzitou tréninku od 5 do 22 hodin týdně).

Z výsledků vyplývá zvýšení svalové síly po tréninkové jednotce na obou horních končetinách, na pravé HK průměrně o 2,5 kg a na levé HK o 5 kg.

Z vybraných parametrů akcelerometrického vyšetření f_{\max} a PSD_{\max} byl po tréninkové jednotce ve většině případů nárůst dané hodnoty. Vyšší nárůst frekvence s maximálním třesem zaznamenáváme na levé horní končetině s otevřenýma očima, kdy došlo k nárůstu o 0,23 Hz, zatímco na pravé horní končetině byl zaznamenán pokles o 0,09 Hz. U zavřených očí pravé horní končetiny se frekvence zvýšila celkem o 0,26 Hz a levá horní končetina o 0,21 Hz.

U spektrální hustoty došlo vždy k nárůstu dané hodnoty. U pravé horní končetiny s otevřenýma očima se hodnota zvýšila o 2,25 dB/Hz, při zavřených očích došlo ještě k většímu nárůstu o 3,36 dB/Hz. U levé horní končetiny se PSD_{\max} zvýšilo o 3,68 dB/Hz při otevřených očích a při zavřených očích o 1,79 dB/Hz.

Z výsledků studie vyplývá, že se při tréninku tenisu zdravých jedinců zvyšuje svalová síla a dochází k nárůstu frekvence maximálního třesu i spektrální hustota výkonu.

Klíčová slova: třes, akcelerometr, Visual Analogue Scale, síla stisku ruky Hand grip testem, vyšetření zdravých jedinců

Abstract

Tremor is a rhythmic oscillating movement of body parts caused by alternating contractions of muscle agonists and antagonists. It is an involuntary movement occurring in healthy individuals as well as in individuals with neurological disabilities. Physiological tremor depends on several factors, including stress and response (fatigue). No one has monitored this connection so far, so I decided to find out whether tennis training affects the parameters examined with the accelerometer and on the muscular strength of the hand.

The thesis is divided into two parts. The first theoretical part describes the facts about tremor, then the metabolism of sport, the effects of vibration, the biomechanics of tennis and accelerometer-based methods. The second practical part describes the methodology of the thesis and presents the results of the experiment. The positives and weaknesses of the study are emphasized in the discussion.

Healthy individuals who play tennis actively were included in the research. They were examined on the tennis courts of the HAMR Sport Braník complex before and immediately after the training unit.

The examination included a medical history, a questionnaire about the range of hours played, subjective perception of pain using the Visual Analogue Scale, the force of a hand grip with the Hand grip test and an accelerometric examination to display the frequency of tremor.

The study involved 10 people, one of whom was excluded due to an orthopaedic defect of the upper limb. After evaluating the anamnestic data, a total of 9 people was included in the project, of which 6 boys and 3 girls with an average age of $22 \pm 5,85$ years (with training intensity from 5 to 22 hours per week).

The results show an increase in muscle strength after the training unit on both upper limbs, on the right upper limb by an average of 2,5 kg and on the left upper limb by 5 kg.

From the selected parameters of the accelerometric examination f_{\max} and PSD_{\max} , the increase of the given value was in most cases after the training unit. A higher increase in frequency with maximum tremor is recorded on the left upper limb with the eyes open, when there was an increase of 0,23 Hz, while on the right upper limb a decrease of 0,09 Hz was recorded. With the closed eyes in case of the right upper limb, the frequency increased by a total of 0,26 Hz and on the left upper limb by 0,21 Hz.

Considering spectral density, the value always increased. On the right upper limb with the eyes open, the value increased by 2,25 dB/Hz, with the eyes closed there was even greater increase of 3,36 dB/Hz. On the left upper limb, PSD_{max} increased by 3,68 dB/Hz with the eyes open and 1,79 dB/Hz with the eyes closed.

The results of the study show that the tennis training in healthy individuals increases muscle strength and there is an increase in the frequency of maximum tremor and spectral density of power.

Key words: tremor, accelerometer, Visual Analogue Scale, hand grip strength, hand grip test, examination of healthy individuals

Obsah

1 ÚVOD.....	12
2 TEORETICKÁ ČÁST.....	13
2.1 Třes.....	13
2.2 Etiologie třesu.....	13
2.3 Fyziologie a patofyziologie.....	14
2.4 Klasifikace třesu.....	15
2.5 Dělení třesu.....	16
2.5.1 Klinické a fenomenologické dělení.....	16
2.5.1.1 Klidový třes.....	16
2.5.1.2 Akční třes.....	16
2.5.2 Dle charakteristických rysů.....	16
2.5.2.1 Lokalizace.....	16
2.5.2.2 Amplituda.....	16
2.5.2.3 Frekvence.....	17
2.5.3 Syndromologické dělení.....	17
2.5.3.1 Fyziologický třes.....	17
2.5.3.2 Akcentovaný fyziologický třes.....	17
2.5.3.3 Esenciální třes.....	18
2.5.3.4 Třes vycházející z choroby.....	18
2.6 Metabolická charakteristika výkonu.....	19
2.7 Neurofyziologické aspekty účinku vibrací.....	20
2.8 Biomechanika tenisu.....	21
2.9 Únava a její vliv na výkon.....	22
2.10 Akcelerometr.....	23
3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	25
3.1 CÍLE A HYPOTÉZY.....	25
3.2 METODIKA PRÁCE.....	26
3.2.1 Design studie a výběr probandů.....	26
3.2.2 Vstupní a vylučující kritéria.....	26
3.2.3 Průběh vyšetření.....	26
3.2.4 Metody měření.....	27

3.2.4.1	Anamnéza.....	27
3.2.4.2	VAS.....	27
3.2.4.3	HAND GRIP STRENGTH USING THE JAMAR DYNAMOMETR.....	27
3.2.5	Akcelerometrické měření.....	28
3.2.5.1	Akcelerometr.....	28
3.2.5.2	Postup měření.....	29
3.2.5.3	Zpracování signálu.....	29
3.2.5.4	Použité parametry.....	29
3.2.5.5	Grafické znázornění.....	29
3.2.6	Zpracování a statistické vyhodnocení dat.....	32
3.3	VÝZKUMNÁ ČÁST.....	33
3.3.1	Základní charakteristika probandů.....	33
3.3.2	Visual – Analogue Scale a anamnestická data.....	33
3.3.3	Hand grip test HKK.....	35
3.3.4	Spektrální charakteristika třesu.....	36
4	DISKUZE.....	43
5	ZÁVĚR.....	45
	CITACE.....	46
	SEZNAM TABULEK.....	51
	SEZNAM GRAFŮ.....	52
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	53
	PŘÍLOHY.....	54
	Příloha 1: Klinické testy, dotazník a anamnestické údaje.....	54
	Příloha 2: Informace o studii.....	57
	Příloha 3: Informovaný souhlas účastníka studie.....	59
	Příloha 4: Rozhodnutí etické komise.....	60

Seznam použitých cizích slov a zkratek

Aerobní glykolýza	získávání energie za přítomnosti kyslíku; práce trvající déle než 1 minutu
Amplituda	maximální hodnota periodicky měnící se veličiny
Anaerobní glykolýza	získávání energie bez přístupu kyslíku; vzniká laktát; práce trvající 30 sekund
Anabolismus	z jednodušších látek vznikají složitější; energie se spotřebovává
ATP-CP systém	způsob energetického krytí při svalové práci po krátkou dobu bez přístupu kyslíku; nevzniká laktát ATP – adenosinfosfát CP – kreatinfosfát
Distální směr	od středu těla periferně
Exogenní faktor	vnější činitel
Extrapyramidový systém	zahrnuje bazální ganglia, kmenová jádra (začátek ruber), dráhy; zajišťuje držení těla a hybnost
Frekvence	počet kmitů za jednotku času
f_{\max}	parametr třesu; frekvence o maximální energii ve spektrální oblasti; [Hz]
Hz	hertz; jednotka frekvence
Ncl.	nucleus; jádro
Idiopatická porucha	vzniklá z neznámé příčiny
Izometrická kontrakce	svalová činnost, u které se sval neprodukuje ani nezkracuje
Katabolismus	z látek složitějších vznikají jednodušší; energie se uvolňuje
Laktát	sůl kyseliny mléčné, která se dostává do krve při anaerobní glykolýze
Oscilace	kmitání, vibrace
Proximální směr	blíže k centru (tělu, hlavě)
PSD_{\max}	spektrální hustota výkonu [dB/Hz]
Tremor	třes
3. LF	3. lékařská fakulta

1 ÚVOD

Třes je mimovolní, oscilační, rytmicky se opakující pohyb jedné či více částí těla a může výrazně komplikovat život. Je nejčastějším extrapyramidovým příznakem doprovázející celou řadu neurologických onemocnění. Třes fyziologický se objevuje běžně u zdravé populace vlivem různých faktorů. Vzniká při prochlazení, hladu, úzkosti, svalové únavě, stresu nebo při vysokém množství kofeinu v těle (Rubchinsky et al., 2007).

K vyšetření třesu a jeho objektivizaci je možné využít akcelerometr.

V této práci je třes hlavním tématem u zdravých jedinců, kteří aktivně vykonávají tenisovou kariéru. Tenis je raketový sport, u kterého je nesmírně důležitá koncentrace, a jakákoli slabost či třes v horní končetině je pro něj limitující.

Váha tenisové rakety se pohybuje v rozmezí 270-330 gramů. Zápas trvá od 1 hodiny do 2,5 hodiny, to zahrnuje jak výměny, střídání stran, tak i pauzu mezi body. Čistá hra se pohybuje v 20-30 % z celkového času zápasu a jedna výměna trvá 3-10 sekund. Nejdelší tenisový zápas trval 11 hodin a 5 minut a hrál se tři dny.

Cílem práce bylo zjistit, zda má tenisový trénink vliv na třes (parametry vyšetřené pomocí akcelerometru) a svalovou sílu.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Třes

Podle Nevšimalové (Nevšimalová et al., 2002) je třes rytmicky se opakující oscilační pohyb části těla, způsobený střídavými stahy agonických a antagonistických svalů. Téměř totožnou definici uvádí i Rubchinsky (Rubchinsky et al., 2007).

Podle Smaga je přesná definice třesu (Smaga, 2003) je třes: „*rytmický, nedobrovolný, oscilační pohyb částí těla.*“ A je nejčastější poruchou pohybu.

Tremor neboli třes je nejčastějším extrapyramidovým příznakem, který se jako tzv. fyziologický tremor může vyskytovat i u zdravého jedince. Též může být příznakem různých neurologických onemocnění, metabolických poruch nebo toxického původu (Nevšimalová et al., 2002).

2.2 Etiologie třesu

Etiologie, příčinu třesu nalézáme v centrálním nervovém systému, který se účastní na zapojení jednotlivých svalových skupin.

Třes se může objevit při postižení kdekoli od centrálního nervového systému až k motorické jednotce (Nevšimalová et al., 2002).

Podle Bhatia (Bhatia et al., 2018) je třes geneticky podmíněnou, získanou nebo idiopatickou poruchou. Tremorové syndromy se skládají buď z izolovaného třesu, nebo třesu kombinovaného.

Může se vyskytovat dědičně, vlivem genetických faktorů (např. esenciální třes), nebo uplatněním enviromentálních faktorů. Vyvolávat ho mohou i některé léky, otrava rtutí či selhání jater (Andrade et al., 2013).

2.3 Fyziologie a patofyziologie

V definici bylo uvedeno, že se jedná o oscilační pohyb. Oscilací rozumíme opakující se rytmickou aktivitu.

V případě fyziologické funkce organismu nám hladinu třesu udržují v rovnováze tlumivé mechanismy. Za chorobných podmínek se tyto mechanismy nezapojují a oscilátory jsou vyvedeny z rovnováhy, v případě podnětu se vyvine jeho rytmická aktivita (Nevšimalová et al., 2002).

Na vzniku tremoru se podílejí oscilátory na jakékoli úrovni centrálního nervového systému. Rozlišujeme oscilátory centrální a periferní. Kombinací separovaných či různě pospojovaných mechanismů, ať centrálních, periferních, patologických či fyziologických oscilátorů, dostaneme různé typy tremoru (Růžička et al., 2002).

Třes na podkladě periferních oscilátorů vzniká určitým podílem reflexní složky a složky mechanické, která zahrnuje tuhost, hmotnost a další vlastnosti horní končetiny (Deuschl et al., 2001)

Reflexní oblouk se skládá z čidla (svalové vřetenko) → dostředivá dráha (aferentace) → mícha (centrum) → odstředivá dráha (eferentace) → výkonný orgán (Kittnar et al., 2011). Jednotlivé komponenty pracují na určité frekvenci. Reflexní složka ovlivňuje složku mechanickou. Tudíž třes zapříčiněný periferními oscilacemi je výsledkem obou komponent (Deuschl et al., 2001).

Za centrální oscilátory jsou považovány skupiny nervových buněk se zvýrazněnou schopností rytmické aktivace (Nevšimalová et al., 2002). Extrapiramidový systém je součástí regulačních motorických okruhů, jehož hlavní částí jsou bazální ganglia. Hlavní funkce spočívá v regulaci svalového tonu a zabezpečení posturálních a hybných mechanismů. Bazální ganglia jsou i důležitou strukturou z hlediska sekrece neuroregulátorů – neurotransmitery dopaminergní a cholinergní. Při defektu rovnováhy mezi dopaminergním a cholinergním systémem vznikají extrapyramidové poruchy.

Do patologických centrálních oscilátorů řadíme poruchy mozečkových jader a zpětnovazebných drah. Mozeček je hlavním koordinátorem pohybů, zabezpečuje rovnováhu a svalový tonus (Ambler, 2006).

Přímá a nepřímá dráha bazálních ganglií

Okruh bazálních ganglií obsahuje dvě trajektorie, kterými jsou aktivity ze striata převáděny do thalamu na thalamokortikální neurony, tzv. „přímou a nepřímou dráhu“. Aktivací přímé dráhy: kůra – striatum – globus pallidum internum – thalamus – kůra, dojde k desinhibici thalamokortikálního spojení a k následné aktivaci cílové korové oblasti a výsledkem je pohyb. Při aktivaci nepřímé dráhy: kůra – striatum – globus pallidum externum – ncl. Subthalamicus – globus pallidum internum – thalamus – kůra, dojde k inhibici thalamokortikálních neuronů a k poklesu pohybové aktivity. U zdravého jedince jsou oba tyto okruhy v rovnováze. Obě dráhy jsou pod regulačním vlivem dopaminu, který je do bazálních ganglií transportován ze substantia nigra (pars compacta). Dopamin má excitační vliv na neurony striatu přímé dráhy a usnadňuje tím realizaci pohybu. Nedostatek dopaminu způsobuje aktivaci nepřímé dráhy a dochází k poklesu pohybové aktivity, tento typ poruchy se vyskytuje u parkinsonského syndromu (Švestková et al., 2017).

2.4 Klasifikace třesu

V použité literatuře dělí autoři tremor dle různých hledisek.

Rubchinsky (Rubchinsky et al., 2007) rozděluje třes na klidový (s vyloučením gravitace), akční (při pohybu), posturální (proti gravitaci), kinetický (při cíleném pohybu) a záměrný (při přiblížení k cíli). Dále diferencuje třes typický pro určité typy diagnóz, např. fyziologický třes, esenciální, dystonický, mozečkový a další varianty tremoru uvedené níže. S podobným rozdělením se ztotožňuje autorka knihy Neurologie (Nevšímalová et al., 2002). Podle Bhatia (Bhatia et al., 2018) je třes klasifikován ve dvou osách. V první ose se účastní klinický vývoj (věk nástupu, historie), třes (distribuce těla, aktivace), související příznaky (neurologické, systémové) a laboratorní testy. Druhou osu klasifikuje jako geneticky podmíněnou, získanou nebo idiopatickou.

Smaga (Smaga, 2003) klasifikuje třes pouze na klidový nebo akční. Ke klidovému třesu dochází, když je postižena část podepřena proti gravitaci. Akční třes je vyvolán dobrovolnou kontrakcí svalů a dále se dělí na posturální, izometrický nebo kinetický třes.

2.5 Dělení třesu

2.5.1 Klinické a fenomenologické dělení

na podkladě několika autorů (Nevšímalová et al., 2002; Smaga, 2003; Andrade et al., 2013)

Klidový třes

Klidový třes se vyskytuje v klidové poloze za vyloučení sil gravitace (Smaga, 2003). Při mentální aktivitě a rozrušení se zvyšuje amplituda třesu. V opačném případě, při spánku a klidu, se snižuje. Frekvenci klidového třesu nalézáme v rozmezí 4-8 Hz a řadí se mezi nejpomalejší kmitočty. Jeho lokalizace je především na rukou, ale může se vyskytovat i v oblasti krčních svalů, rtů, jazyka a brady (Nevšímalová et al., 2002).

Akční třes

Akční třes je definován jako třes, při kterém je vyvinuta svalová aktivita. Nejčastějším typem akčního třesu je třes posturální, který se objevuje při udržování vzpřímené polohy za působení gravitace (příkladem jsou natažené ruce před sebou ve vzpřímeném stoji) nebo jako třes fyziologický vznikající při prochlazení, úzkosti nebo z hladu. Je definován jako rychlý jemný třes s frekvencí nad 10 Hz (Nevšímalová et al., 2002). Při aktivním pohybu objevujeme třes kinetický, do kterého řadíme i třes intenční, který je viditelný při dokončování pohybu (test ruka-nos) (Andrade et al., 2013). Posledním typem akčního tremoru je třes izometrický, který spatřujeme při izometrické kontrakci svalu (držení činky). Kinetický nebo intenční třes vzniká nejčastěji při lézích mozečku a jeho drah (Nevšímalová et al., 2002).

2.5.2 Dle charakteristických rysů

na podkladě Růžička et al., 2002

Lokalizace

Např: celá ruka, jazyk, měkké patro, noha, atd.

Amplituda	Jemná (výchyly do 1 cm, vyskytující se většinou u rychlé frekvence)
	Střední (1-2 cm)
	Hrubá (nad 2 cm)
Frekvence	Pomalá (do 4 Hz)
	Střední (5-7 Hz)
	Rychlá (nad 7 Hz)

5.2.3 Syndromologické dělení

ztotožnění autorů (Rubchinsky et al., 2007) a (Nevšimalová et al., 2002)

Fyziologický třes

Fyziologický třes se vyskytuje u zdravých jedinců, proto též nazýván fyziologický. Vyskytuje se ve všech formách, ale nejčastěji jako posturální a kinetický třes s rozsahem frekvence 3-12 Hz. S věkem roste frekvence, která může dosáhnout až 30 Hz. Vyšší frekvenci zaznamenáváme v distálních částech horní končetiny, v oblasti ruky a prstů. Směrem proximálně frekvence klesá. Fyziologický třes je způsobován aktivitou mechanických (reflexních) oscilátorů. Působení centrálních oscilátorů ale není vyloučeno. Vzniká při prochlazení, hladu, emocích, úzkosti, svalovém přetížení, stresu, únavě nebo působením kofeinu (Rubchinsky et al., 2007).

Akcentovaný fyziologický třes

Zvýšený fyziologický tremor nastává v nepřítomnosti neurologického onemocnění. Rozptyl frekvence je 8-12 Hz a na rozdíl od fyziologického tremoru se frekvence nemění a zůstává stejná bez ohledu na věk. Akcentovaný fyziologický tremor může vzniknout u endokrinních chorob, například při thyreotoxikóze nebo při poklesu hladiny cukru v krvi pod normu, hypoglykémie. Kromě poruch žláz s vnitřní sekrecí se může vyskytnout i u infekčních horečnatých onemocnění, při metabolických poruchách nebo při otravách. Je také abstinenčním příznakem u alkoholiků (Rubchinsky et al., 2007). V první řadě odstraňujeme příčinu zvýšeného fyziologického tremoru, pokud ji však neznáme, nasazuje se léčba beta-blokátory (Andrade et al., 2013).

Esenciální třes

Esenciální třes, dále jen ET je nejčastější poruchou pohybu. Typicky se jedná o posturální nebo kinetický třes s frekvencí v rozsahu 4–12 Hz primárně postihující ruce, ale potenciálně také ovlivňující krk, hlavu, trup a nohy. ET je pomalu progresivní onemocnění, ve většině případů, se třes projevuje symetricky. Na rozdíl od fyziologického tremoru, ET nesouvisí s věkem. U starších osob je třes naopak nižší. Amplituda u kinetického třesu je obvykle vyšší než u posturálního. Věk nástupu ET je primárně po 50. roku, ale vyskytují se i časnější případy nástupu. Mnoho mírných případů není ani diagnostikováno. K poruše dochází nejspíše v kortiko-thalamo-cerebelárních drahách. Významným klinickým rysem je potlačení třesu při požití alkoholu (Rubchinsky et al., 2007).

Podle Nevšimalové (Nevšimalová et al., 2002) je ET nejčastější pohybová porucha. Jeho rozvoj může probíhat i desítky let. Nejvíce se účastní drobných pohybů jako je pití ze sklenice nebo psaní. K jeho typickým příznakům patří oboustranný třes, především rukou a předloktí. Není doprovázen rigiditou ani hypokinezi.

Třes vycházejí z choroby

Další druhy třesu jsou spojeny s původcem choroby. Dystonický třes (u dystonie) vzniká při abnormálně zvýšeném a narůstajícím svalovém tonu a svalové kontrakci, dochází k bizarním, nepravidelným mimovolním pohybům, které zmizí při úplném klidu (Ambler, 2006). Pro Parkinsonský syndrom je typický klidový třes, nejvíce patrný, když se dotýcný nehýbe, který je zesílen při stresu a mentálním úsilí (Roth et al., 2009). Mozečkový třes je spojován s třesem intencním, se vzrůstající amplitudou k blížícímu se cíli (Nevšimalová et al., 2002). Třes u roztroušené sklerózy je patrný u 75 % lidí postižených touto chorobou. Je pro ni typický třes v horních končetinách. Akční třes je vidět při jakémkoli necíleném pohybu jako rytmická oscilace kolem trajektorie pohybu. Klidový třes se u RS nevyskytuje (Alusi et al., 1999). V knize paní doktorky Řasové (Řasová, 2007) je uvedeno, že na snížení intencního třesu má pozitivní vliv závaží. Důležitým faktorem je dávkování i hmotnost závaží, při nesprávném použití může dojít k přetížení a nastane nežádoucí efekt. Holmesův třes je definován pomalou frekvencí a s výraznějším projevem na jedné straně (Nevšimalová et al., 2002). Typickým projevem u Wilsonovy choroby je flapping (třepotavý) tremor, který svým projevem připomíná mávání ptačích křídel (Růžička et al., 2002). Psychogenní tremor se definuje náhlým vznikem nebo okamžitým ukončením. Je výsledkem kombinací

klidového, posturálního i kinetického třesu s různým podílem zastoupení. V případě odvedení pozornosti se sníží jeho frekvence. U závislosti na drogách či alkoholu převažuje při náhlé abstinenci rychlý třes, nejvíce podobný akcentovanému fyziologickému tremoru. Tento typ po dávce drogy opět ustupuje (Nevšímalová et al., 2002).

2.6 Metabolická charakteristika výkonu

Uvnitř lidského organismu probíhají děje, které slouží k tvorbě využitelné energie a souhrnně se nazývají metabolismus. Rozklad látek za současného uvolnění energie nazýváme katabolismus a tvorbu látek, při které se energie spotřebovává je anabolismus (Jančík et al., 2007).

„Tenis je anaerobní sport, který vyžaduje aerobní vytrvalost.“ (Debnam, 2013)

Anaerobní způsob energetického krytí se účastní při sprintech, změnách směru či servisu. Zatímco aerobní způsob slouží k zotavení mezi body a umožní hráči vydržet náročné zápasy. V tenise se v 70 % procentech účastní ATP-CP systém (Reilly et al., 2002). Adenozintrifosfát a kreatinfosfát, tyto dvě látky jsou uloženy ve svalech, díky nimž lze vykonávat svalovou práci v krátkém časovém úseku bez přístupu kyslíku. Oproti anaerobní glykolýze při ní nevzniká laktát. 20 % získávání energie obsahuje podíl zmíněné anaerobní glykolýzy a aerobních systémů (Grasgruber et al., 2008).

Obrázek 1: Srovnání energetického krytí v tenise a v ostatních sportech

(zdroj: Roetert, Ellenbecker, 2007)

Anaerobní energetické požadavky		Aerobní energetické požadavky
90,00%	Potápění, Fotbal, Plavání	10,00%
80,00%	Alpské lyžování, Baseball	20,00%
70,00%	Box, Volejbal	30,00%
60,00%	Tenis, Badminton	40,00%
50,00%	Basketbal	50,00%
40,00%	Kanoistika	60,00%
30,00%	Rychlochůze	70,00%
20,00%	Orientální běh	80,00%
10,00%	Maraton	90,00%

2.7 Neurofyzilogické aspekty účinku vibrací

Změnu délky svalu nám registruje svalové vřetenko, které je složeno až z deseti svalových intrafuzálních vláken chráněných vazivovým obalem. Intrafuzální vlákna jsou uspořádána paralelně s pracovními extrafuzálními vlákny. Monosynaptický napínací reflex zajišťuje při natahování kosterního svalu jeho stažení.

Existují dva typy intrafuzálních vláken. Prvním typem je vlákno s jaderným vakem, které obsahuje více jader vakovitě uspořádaných v centrální oblasti a jeho kontrakce je velmi pomalá. Druhým typem je vlákno s řetězcem jader a jak už podle názvu vypovídá, má jádra v centrální oblasti seskupena do řetězců a jejich kontraktilita je rychlejší než u prvního typu. Při natažení svalového vřetenka je v receptorových zakončeních vyvolán akční potenciál, jehož frekvence je přímo úměrná protažení svalu. Z důvodu paralelního uspořádání vřetenka vzhledem k extrafuzálním vláknům jsou při pasivním protažení svalu natahována. Tímto dojde k reflexnímu stahu extrafuzálních vláken. Vřetenka mají roli kontrolora a podílejí se na udržení délce svalu.

Při napínání vřetenka jsou drážděny receptory na vláknech s jaderným vakem a vykazují dynamickou odpověď, vyznačující se častějšími výboji při natahování a méně častými při definitivním natažení. Dále jsou drážděny receptory na vláknech s řetězcem jader, které vykazují odpověď statickou. Výboje probíhají po celou dobu natahování. Tyto odpovědi jsou ve svalu nepostradatelné, protože rychlá fázická reakce tlumí oscilace a reguluje tím délku svalu. Takto vzniká fyziologický tremor o přibližné frekvenci 10 Hz. Bez významné citlivosti vřetenek by frekvence stoupla (Ganong, 2005).

Tenis je raketový jednostranný sport, u kterého převládá činnost dominantní horní končetiny. Při úderu dojde k vibraci, která je pak přenesena na ruku, kterou hráč úder odehrál. Kromě působení vibrací je na dominantní horní končetinu kladena větší náročnost na sílu.

Mechanická vibrace je stimulem primárních zakončení silně myelizovaných aferentních vláken svalového vřetenka (Paráková et al., 2008). Působí-li vibrace na sval, který již vyvíjí kontrakci, dojde ke zvýšení svalového výkonu v důsledku vibračního tonického reflexu (Bongiovanni et Hagbarth, 1990).

Tento reflex má stejný neurální okruh jako reflex monosynaptický. Při aplikaci vibrace na sval dojde ke kontrakci a vzniká tonický vibrační reflex (Paráková et al., 2008).

2.8 Biomechanika tenisu

U vybírání techniky úderů záleží na genetických dispozicích jedince a klade se důraz na jejich individualitu. Hlavní biomechanické principy, které se uplatňují v technice tenisového úderu, popisují Crespo a Miley (2003) a rozdělují je do šesti nejdůležitějších biomechanických složek. Zahrnují rovnováhu, setrvačnost, sílu, hybnost, energii a koordinaci.

Pro optimální techniku je důležitá správná souhra koordinačního řetězce. Pohyb by měl vycházet odzdola vzhůru a z centrálních segmentů směrem k periferním.

Obrázek 2: Koordinační řetězec (zdroj: Crespo a Miley, 2003)

Posloupnost segmentů těla (Crespo & Miley, 2003)

nohy ➡ boky ➡ trup ➡ ramena/paže ➡ loket ➡ zápěstí

Při dodržování posloupnosti koordinačního řetězce se může předejít řadě zranění a pozitivně přispívá k oddálení únavy, maximalizaci síly a zlepšení kontroly nad samotným úderem (Hoeven & Kibler, 2006).

Za nerovnoměrné zatížení horních končetin je nejvíce zodpovědné držení tenisové rakety. Dochází k dlouhotrvající izometrické kontrakci flexorů zápěstí a prstů. Čím rychlejší je pohyb paže při úderu, tím větší musí být větší síla kontrakce. Nejvyšší rychlosti dosahuje hráč při servisu. Dosavadní nejvyšší naměřená rychlost je 263 km/h (Havlíčková et al., 1993).

Severa (1993) ve svém výzkumu sledoval elektromyografickou aktivitu svalů u jednostranně zaměřených sportovců. V této studii sledoval koulaře a oštěpaře a výsledek ukazuje, že u vrcholových sportovců existuje srovnatelná oboustranná aktivita svalů horních končetin. Tudíž i při asymetrické činnosti působí sportovní trénink v určitém poměru bilaterálně. U začátečníků převládá jednostranná zátěž. Se správným zařazením koordinačního řetězce dochází k zapojování kontralaterální strany.

Jak bylo zmíněno v předchozí kapitole, tenis je jednostranný sport a vyplývá z něj určitá asymetrie tělesného rozvoje. Organismus potřebuje po intenzivní zátěži dost času na regeneraci. V případě, že k takovému odpočinku nedochází, může dojít k přetížení struktur a může vést ke zranění (Severa, 1993).

Na ukládání pohybových vzorců v tenise se podílí nervový systém. Během tréninkového procesu dochází k postupné automatizaci úderů. Úspěšnost v tenise zajišťuje práce nohou, švihový pohyb dominantní končetiny, koordinace a opticko-motorická reakce (Havlíčková et al., 1993).

2.9 Únava a její vliv na výkon

Třes je též jeden z mnoha projevů svalové únavy. Pojem únava má dva významy. První význam vyjadřuje vlastní subjektivní pocit jedince, centrální únava. Druhý typ je únava registrovaná při a po tělesné zátěži, periferní únava, též svalová. Únava nesouvisí pouze s tělesnou (svalovou) zátěží, ale i s mentální a psychosenzorickou aktivitou. Postihuje i koordinační a řídicí funkce a důsledkem je prodloužení reakční a reflexní doby (Scherrer, 1995).

Z hlediska tolerance organismu rozlišujeme únavu fyziologickou a patologickou. Fyziologická se zaměřuje buď na postižení malých svalových skupin, hodnocena jako místní, která má však dopad na komplexní výkon jedince. Při celkovém fyziologickém postižení dochází k negativnímu ovlivnění veškerého svalstva a centrální nervové soustavy. V momentě, kdy zátěž přesáhne fyziologickou toleranci organismu, přechází v únavu patologickou. Objevuje se při přetrénování, změnách prostředí nebo při nedostatečné adaptace na zátěž (Pyšný, 1997).

Svalová únava vzniká při tělesné zátěži. Mezi hlavní příčiny patří vyčerpání pohotovostních energetických zásob nebo nemožnost jejich použití, nahromadění katabolitů a fyzikálně chemické děje ve tkáních (Pyšný, 1997).

Únava je subjektivní pocit, který se objeví dříve či později při aktivitě mentální i fyzické v závislosti na okolnostech a vnějších vlivů. Daleko rychleji vzniká při jednostranném zatížení, stereotypu či nezajímavém tréninku. Kromě trenéra mohou únavu ovlivnit exogenní

vlivů. Jedním z nich je teplota. Při vysokých teplotách se únava dostaví rychleji a v opačné situaci se mnoho energie spotřebuje na oteplení organismu. Dalším vlivem je nadmořská výška, kdy únava stoupá s rostoucí nadmořskou výškou z důvodu řidšího vzduchu a poklesu atmosférického tlaku (Jirka, 1990).

2.10 Akcelerometr

Akcelerometry jsou mechanická zařízení sloužící ke snímání těles v pohybu.

Jejich hlavní výhodou je vysoká frekvence snímání. Dokáží snímat zrychlení statické, které je způsobeno gravitací a při snímání dynamického zrychlení, za pohybu, je nutno odstranit (Deuschl, 2001).

U měření dynamického zrychlení můžeme díky elektromechanickým zařízením, akcelerometrům, zjistit úhel vychýlení tělesa nebo posoudit jeho směr. Své využití našly i v automobilovém průmyslu, kde analyzují problémy v motorech při vibračních zkouškách nebo při autonehodách pro vymrštění airbagů (Juránek, 2007).

Vojáček (Vojáček, 2007) ve svých třech vydáních „Principy akcelerometrů“ určil čtyři základní podstaty, na základě kterých akcelerometry přeměňují zrychlení na měřitelný elektrický signál.

- piezoelektrické akcelerometry obsahují piezoelektrický materiál, sloužící jako snímač zrychlení a seismickou hmotu, která převádí zrychlení na sílu
- piezorezistivní akcelerometry obsahují piezorezistivní materiál a při námaze dochází k jeho změně odporu
- tepelné akcelerometry fungují na principu změn přenosu tepla a vzduchu působícím zrychlením
- akcelerometry s proměnnou kapacitou

Měření třesu

Třes měříme většinou na rukách. Každý z vyšetřovaných třesů má svou specifickou polohu. Při měření posturálního třesu je akcelerometr fixován na třetím prstu ruky, horní končetina je v předpažení a dolní končetiny jsou na šíři kyčlí. Osoba při měření nemluví, nesměje se, aby nedošlo k ovlivnění signálu. Vyšetřují se obě horní končetiny s otevřenýma i zavřenýma očima (Lukáč, 2007).

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1 CÍLE A HYPOTÉZY

Cíle

1. Zjistit vliv jedné tréninkové jednotky tenisu na fyziologický třes (vyšetření pomocí akcelerometru).
2. Zjistit vliv jedné tréninkové jednotky tenisu na sílu stisku horní končetiny (pomocí Hand grip).
3. Vytvořit databázi normativních hodnot třesu pomocí akcelerometrického vyšetření zdravých jedinců.

Hypotézy

1. Hráči budou mít po tréninku vyšší hodnoty naměřené pomocí akcelerometru (f_{\max} v Hz, kmitočet s největším třesem a PSD_{\max} v dB/Hz, míra největšího třesu) na obou horních končetinách.
2. Svalová síla se během tréninku bude snižovat.

3.2 METODIKA PRÁCE

3.2.1 Design studie a výběr probandů

Observační studie na zdravých tenisových hráčích sledující vliv jedné tréninkové jednotky na třes a svalovou sílu.

Před tréninkem byla probandům odebrána základní anamnéza, vyplnili dotazník o intenzitě trénování, byl proveden test na subjektivní vnímání svého zdravotního stavu. Před a ihned po tréninkové jednotce byli vyšetřeni pomocí dynamometru (Hand grip) a akcelerometru.

3.2.2 Vstupní a vylučující kritéria

Do projektu byli zařazeni hráči z pražských tenisových klubů, kteří podepsali informovaný souhlas (EK-VP/23/0/2014). Ti byli definováni jako zdraví jedinci (netrpí žádným závažným onemocněním, nejsou po akutním úrazu), kteří jsou aktivními tenisovými hráči (trénují minimálně pět hodin týdně). Nacházejí se ve věkovém rozmezí od 15 do 35 let, nejsou pod vlivem drog či jiných omamných látek.

3.2.3 Průběh vyšetření

Vyšetření probíhalo přímo na tenisovém kurtě v areálu HAMR sport Braník. Na začátku byl proband seznámen se studií a podepsal informovaný souhlas. Byla odebrána základní anamnestická data, hodnotilo se subjektivní vnímání bolesti (Visual Analogue Scale) a proband vyplnil dotazník, kde uvedl intenzitu tréninků za týden a kompenzace. Byl proveden test na sílu stisku ruky pomocí Hand Grip Strength a akcelerometrické vyšetření. Celková doba vyšetření trvala přibližně 15 minut před tréninkem a 10 minut po tréninku.

Celý výzkum probíhal v letním semestru roku 2020.

3.2.4 Metody vyšetření

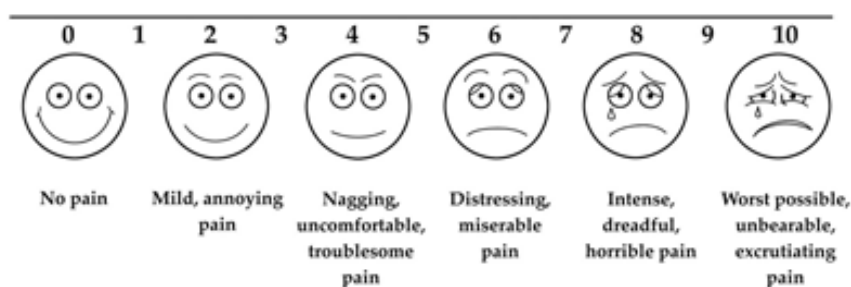
3.2.4.1 Anamnéza

Obsahovala konkrétní otázky na zdravotní stav účastníka výzkumu. Zda se s něčím léčí momentálně, jaké nemoci/operace prodělal, neurologické diagnózy v rodině či dědičná onemocnění. Jiné léky, než doplňky stravy a vitamíny a začátek jeho sportovní (tenisové) kariéry.

3.2.4.2 Visual – Analogue Scale (VAS)

Hodnotí subjektivní pocit vnímání bolesti. Hodnota „0“ je nejlepší a „10“ nejhorší.

Obrázek 3: Visual – Analogue Scale (zdroj: <https://operativeneurosurgery.com>, 2019)



3.2.4.3 HAND GRIP STRENGTH USING THE JAMAR DYNAMOMETER

Hodnocení síly stisku ruky pomocí JAMAR dynamometru (obrázek 4 a 5). Toto vyšetření bylo provedeno před a po tréninkové jednotce. Síla je hodnocena v kilogramech.

Postup měření:

1. Proband byl usazen na židli, kolena na šíři boků. Úhel pokrčení v kyčlích a kolenou na 90°.
2. Paže držící dynamometr má 90° flexi v loketním kloubu a palcová hrana směřuje vzhůru.
3. Proband stiskne dynamometr co největší silou.
4. Poté následuje druhá ruka.

Obrázek 4 a 5: Hand Grip Strength (zdroj: autor)



3.2.5 Akcelerometrické měření

3.2.5.1 Akcelerometr

V měřicím zařízení byl použit čip MotionTracking sensor MPU-6050. Jedná se o tříosý akcelerometr (obrázek 6) a tříosý gyroskop se schopností měřit zrychlení až do ± 16 g (nastaven rozsah ± 2 g) a rotace až ± 2000 stupňů za vteřinu. Data byla získána vlastním zařízením pomocí mikrokontroléru Atmel Mega 328 a uložena na SD kartu (Horák, 2018).

Obrázek 6: Akcelerometr (zdroj: autor)



3.2.5.2 Postup měření

Byl měřen posturální třes horní končetiny. Detektor ve tvaru prstýnku byl umístěn na proximálním článku prostředníčku. Proband zaujímal vzpřímený postoj, dolní končetiny na širší kyčlí, měřená horní končetina předpažená a extendovaná v loketní kloubu. Vyšetření proběhlo na obou horních končetinách s otevřenýma a následně zavřenýma očima. Stejný postup se opakoval bezprostředně po tréninku. Jeden záznam akcelerometrem trval 1 minutu.

3.2.5.3 Zpracování signálu

Pro rozsah zkoumaných hodnot byla vybrána vzorkovací frekvence o 100 Hz.

Výsledný záznam byl následně za účelem odstranění driftu izolované filtrován hornopropustným filtrem s mezním kmitočtem 0,5 Hz (Butterworthův filtr 4. řádu).

3.2.5.4 Použité parametry

K určení spektrální charakteristiky třesu z každého jednotlivého měření stanoveny následující parametry:

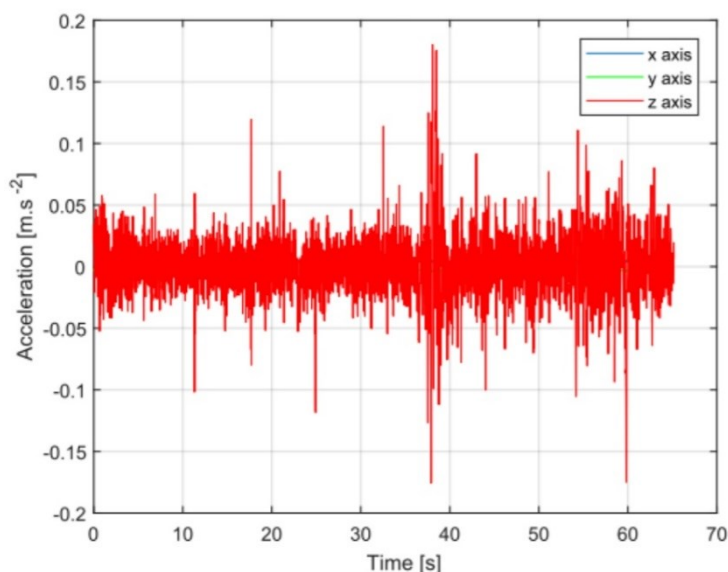
f_{\max} – frekvence s největším třesem v Hz

PSD_{\max} – míra největšího třesu v dB/Hz

3.2.5.5 Grafické znázornění

Graf 1: Časový průběh vybraného záznamu signálu z akcelerometru

(zdroj: Kotíková, 2019)

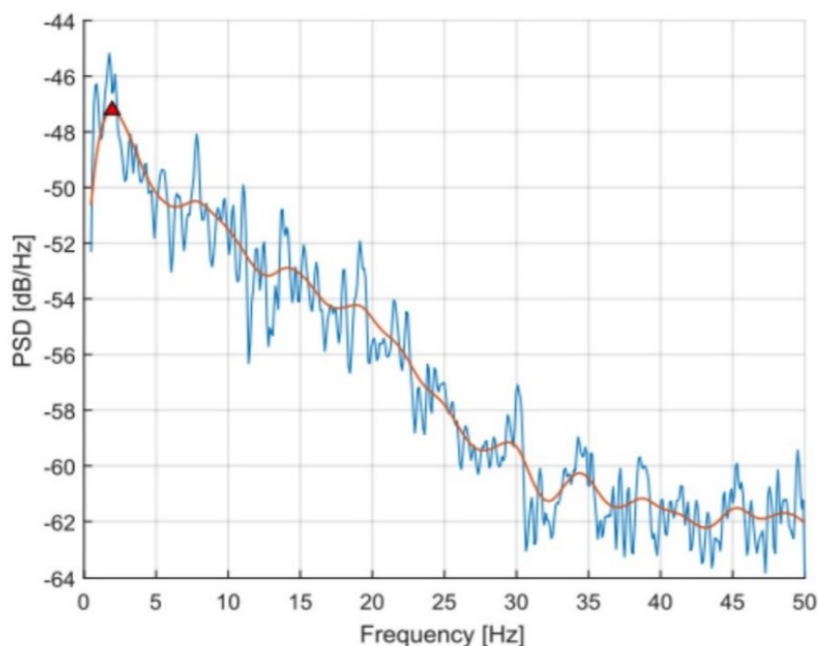


V grafu č. 1 je vyobrazen časový průběh signálu z akcelerometru.

Výsledkem zpracování záznamu je časový průběh zrychlení a frekvenční závislost míry třesu ruky na kmitočtu.

Graf 2: Spektrální výkonová hustota (PSD) vybraného záznamu

(zdroj: Kotíková, 2019)



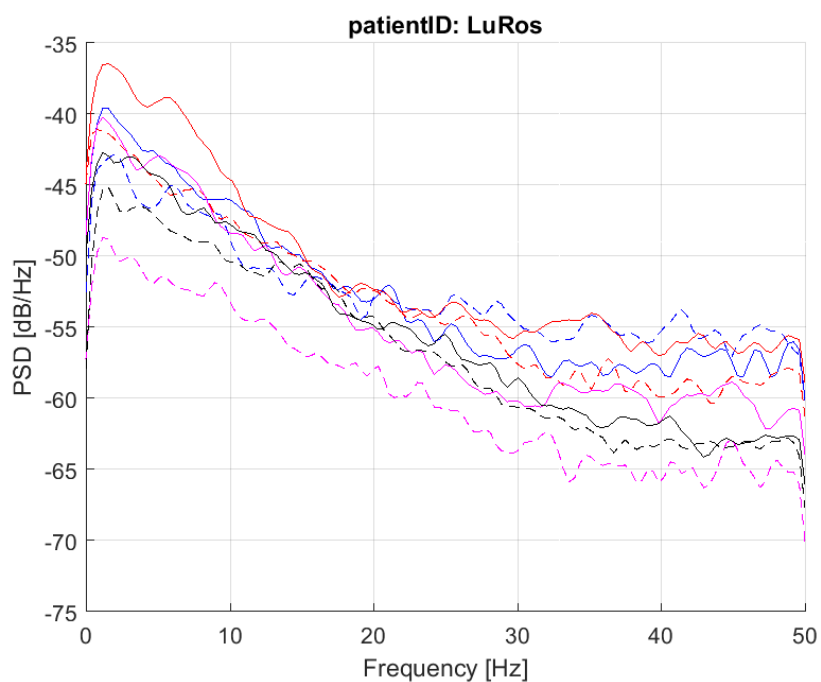
Vysvětlivky: Hz – Hertz, dB – decibel

V grafu č. 2 je znázorněna spektrální výkonová hustota stejného signálu (modrá křivka). Osa x zobrazuje hodnoty frekvence 0 až 50 Hz. Osa y popisuje spektrální hustotu výkonu (PSD) vyjádřenou v decibelech na hertz, která zobrazuje energii zastoupení jednotlivých frekvencí ve spektru. Pomocí vyhlazení dolnoproustným Butterworthovým filtrem 4. řádu s mezním kmitočtem 2 Hz získáme z vytvořené červené křivky parametry f_{\max} a PSD_{\max} .

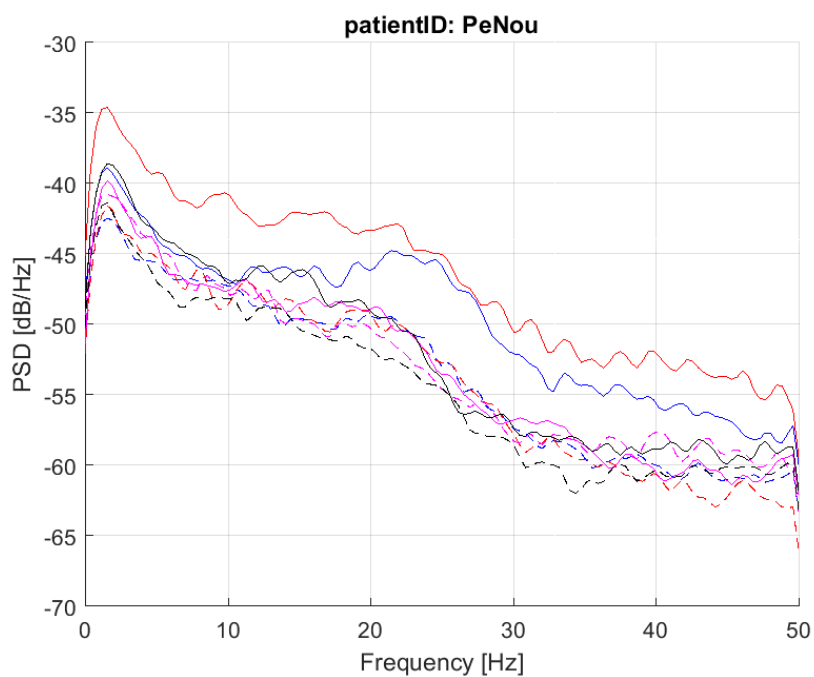
Červený trojúhelník nám značí f_{\max} a hodnotu spektrální výkonové hustoty popisuje PSD_{\max} na daném kmitočtu.

Graf 3 a 4: Spektrální charakteristika třesu dvou probandů

(zdroj: autor)



Vysvětlivky: Hz – Hertz, dB – decibel, přerušovaná křivka – před tréninkem, plná křivka – po tréninku, modrá barva – pravá HK otevřené oči, červená barva – pravá HK zavřené oči, fialová barva – levá HK otevřené oči, černá barva – levá HK zavřené oči



3.2.6 Zpracování a statistické vyhodnocení dat

Anamnestické údaje, základní charakteristika souboru, Hand grip a porovnání frekvencí z akcelerometru byly zaznamenány a zpracovány v MS Excel.

Pro statistické zpracování byl použit t-test. Hladina významnosti byla stanovena na 0,05.

3.3 VÝZKUMNÁ ČÁST

Studie se zúčastnilo 10 dobrovolníků, kteří aktivně vykonávají tenisovou kariéru. Jeden z probandů byl z důvodu ortopedického onemocnění na HKK vyloučen z výzkumu. Analyzováno bylo celkem 6 chlapců a 3 dívky.

3.3.1 Základní charakteristika probandů

Tabulka 1: Charakteristika probandů

Charakteristika probandů	Muži	Ženy	Celkem
Počet	6	3	9
Věk – průměr	22	21	22
Věk – SD	6,44	5,69	5,85
Věk – max	35	26	35
Věk – min	17	15	15
Leváci	0	0	0
Praváci	6	3	9
Výška (cm) – průměr	188	174	183
Výška – SD	8,02	6,66	10,62
Váha (kg) – průměr	80	65	75
Váha – SD	8,93	2,89	10,58
BMI – průměr	23	22	22
BMI – SD	1,59	0,70	1,38

Vysvětlivky: max – maximální hodnota, min – minimální hodnota, cm – centimetr, kg – kilogram, BMI – Body Mass Index, SD – směrodatná odchylka

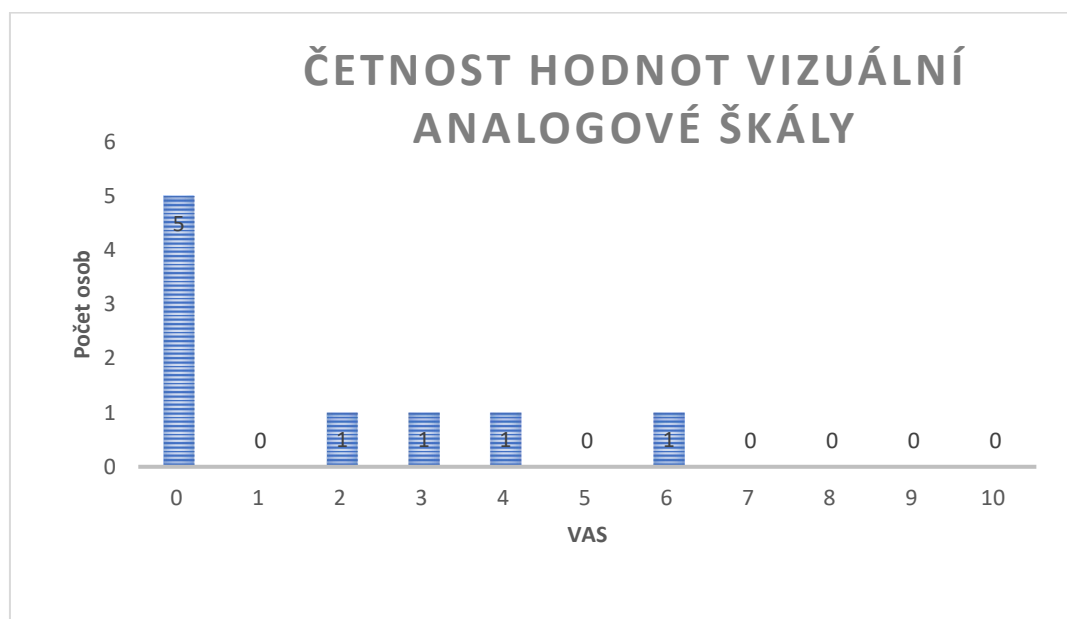
3.3.2 Visual – Analogue Scale a anamnestická data

Z anamnestických údajů vypovídá, že u 3 jedinců proběhla mononukleóza v době puberty a u dvou jedinců se v rodině vyskytuje Alzheimerova choroba. Z ortopedických vad má jeden z probandů diagnostikovanou dysplazii levého kyčelního kloubu a artrózu II. stupně, prozatím bez přerušení tréninkového procesu a jeden trpí opakovanou luxací pravého

ramenního kloubu (na dominantní horní končetině). Jedinec s luxací byl z důvodu ortopedické vady na HKK vyloučen z výzkumu.

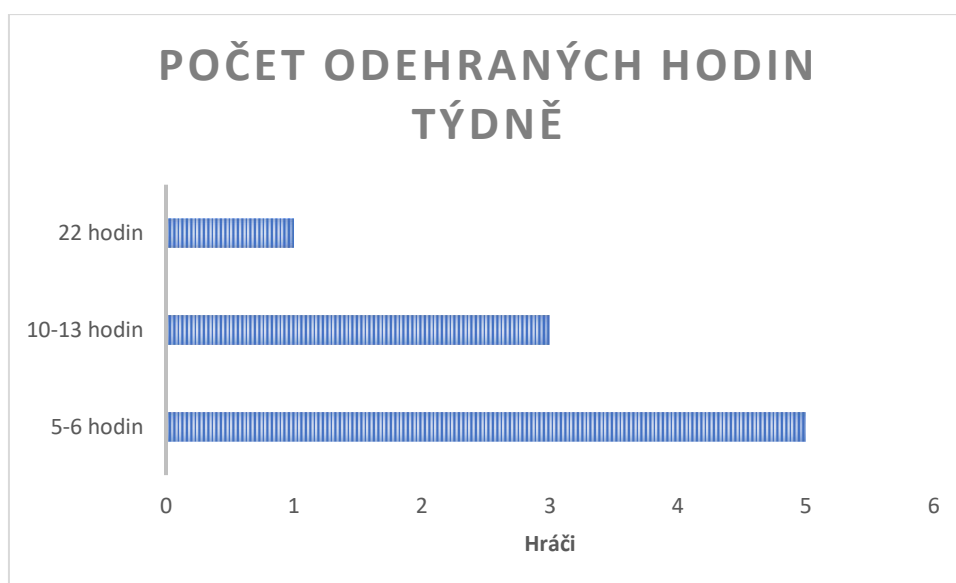
V grafu 5 je zhodnocena vizuální analogová škála probandů. Zcela bez bolesti označilo na VAS celkem 5 jedinců. Hodnoty 2, 3, 4 a 6 označilo po jednom jedinci.

Graf 5: Subjektivní hodnocení bolesti pomocí VAS



Vysvětlivky: hodnoty 0-10 – subjektivní hodnocení bolesti, 0 – žádné bolesti, 10 – silné bolesti

Graf 6: Počet odehraných hodin za týden



Vysvětlivky: osa x (čísla 0-6) – počet hráčů, osa y – počet odehraných hodin

V grafu 6 je znázorněn počet odehraných hodin u jednotlivých hráčů. 5-6 hodin týdně hraje 5 hráčů, 10-13 hodin trénují 3 hráči a jeden hráč stráví na tenisovém kurtě 22 hodin za týden. Průměrně hráči trénují 9,5 hodiny týdně.

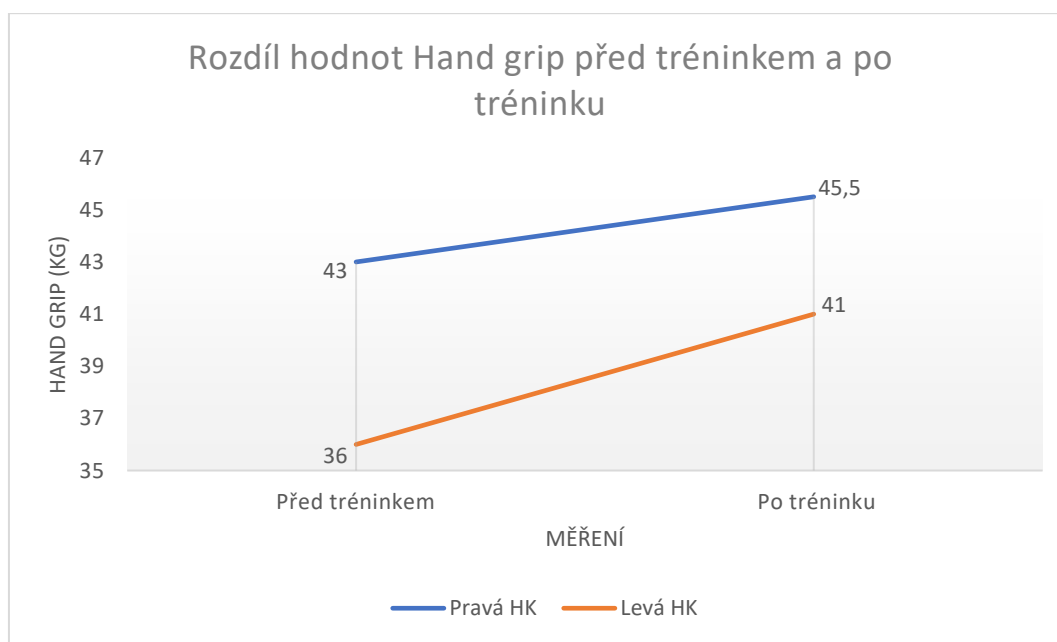
3.3.3 Hand grip test HKK

Svalová síla (Hand grip) se v průběhu tréninku zvýšila, na pravé HK průměrně o 2,5 kg a na levé HK o 5 kg (graf 7).

U dvou jedinců (dívek) došlo k poklesu svalové síly na pravé HK, u jedné z nich o 2 kg, u druhé o 3 kg. Na levé HK došlo vždy k nárůstu svalové síly.

Na pravé HK je zaznamenán nejvyšší nárůst o 8 kg a na levé HK nárůst o 11 kg.

Graf 7: Rozdíl hodnot Hand Grip



Vysvětlivky: kg – kilogram, HK – horní končetina

V porovnání síly stisku horní končetiny před tréninkem a po tréninku byla téměř vždy vyšší po tréninkové jednotce. Pouze u žen byl pokles pravé horní končetiny z $32,67 \pm 6,11$ kg na $31,67 \pm 6,66$ kg. Síla stisku mužů pravé horní končetiny se zvýšila o 4,34 kg, z počáteční hodnoty $47,83 \pm 3,71$ kg na $52,17 \pm 3,49$ kg. U levé horní končetiny se hodnota síly stisku

zvýšila i ženám z $26,33 \pm 6,03$ kg na $32,33 \pm 7,37$ kg. A u mužů z hodnoty $41,00 \pm 5,76$ kg na $45,00 \pm 5,33$ kg. Hodnoty síly stisku jsou zaznamenány v tabulce 2.

Tabulka 2: Výsledky porovnání Hand grip pravé a levé horní končetiny u mužů a žen, před tréninkem a po tréninku

PHK	PŘED TRÉNINKEM průměr ± SD	PO TRÉNINKU průměr ± SD	Hodnota p
ženy	$32,67 \pm 6,11$ kg	$31,67 \pm 6,66$ kg	0,429
muži	$47,83 \pm 3,71$ kg	$52,17 \pm 3,49$ kg	0,032
LHK	PŘED TRÉNINKEM průměr ± SD	PO TRÉNINKU průměr ± SD	Hodnota p
ženy	$26,33 \pm 6,03$ kg	$32,33 \pm 7,37$ kg	0,169
muži	$41,00 \pm 5,76$ kg	$45,00 \pm 5,33$ kg	0,120

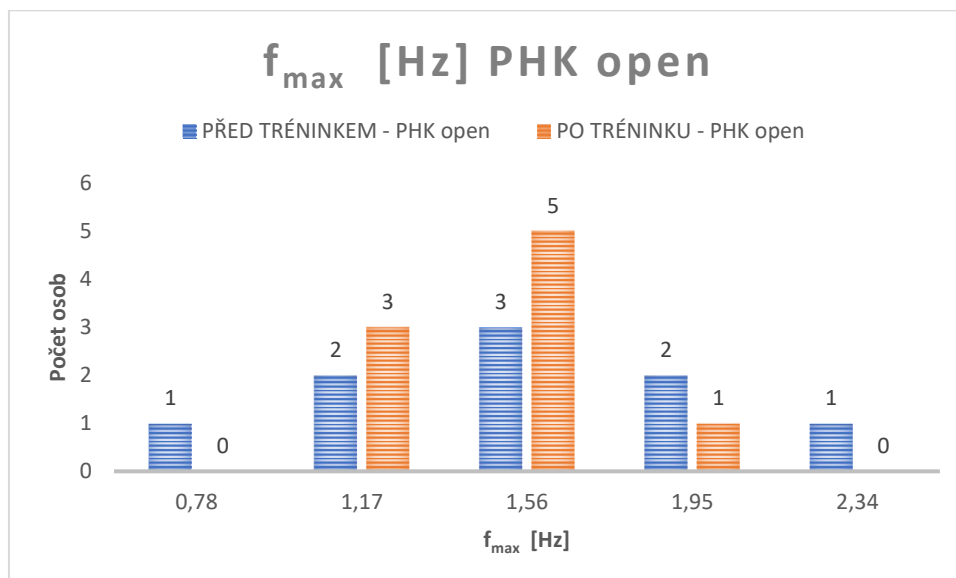
Vysvětlivky: PHK – pravá horní končetina, LHK – levá horní končetina

Byl nalezen statisticky významný rozdíl v síle stisku pravé horní končetiny pouze u mužů ($p=0,032$). U žen byla hodnota významnosti pravé horní končetiny nepotvrzena ($p=0,429$) a u levé horní končetiny u žen ($p=0,169$) a u mužů ($p=0,120$). Z celkového porovnání mužů i žen před tréninkem a po tréninku se neprojevila jako statisticky významná ani jedna horní končetina, u pravé ($p=0,297$) a u levé ($p=0,139$). Výsledky porovnání jsou zaznamenány v tabulce 2.

3.3.4 Spektrální charakteristika třesu

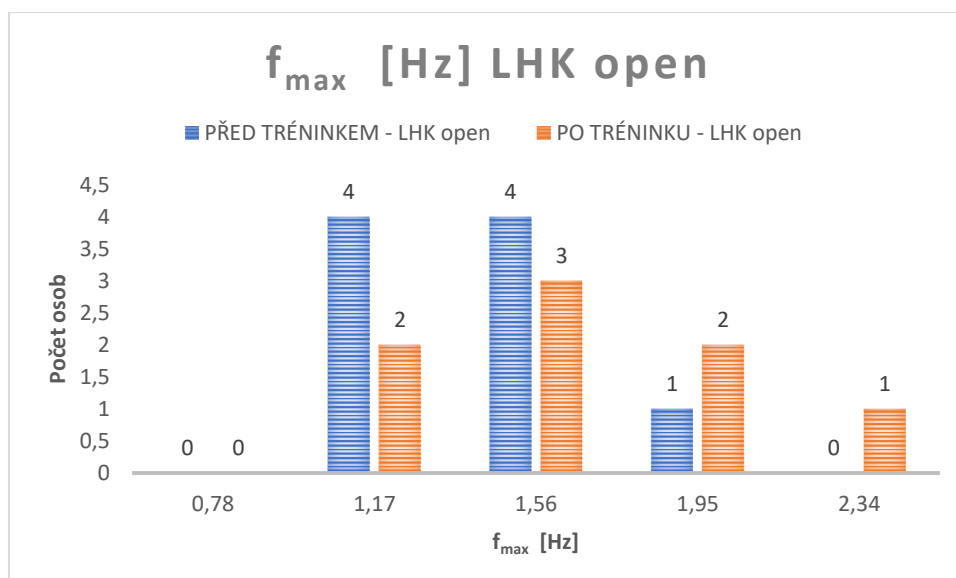
V následujících grafech je porovnání největšího třesu a spektrální hustoty třesu ve všech vyšetřených situacích.

**Graf 8: Frekvence maximálního třesu u pravé horní končetiny s otevřenými očima
před tréninkem a po tréninku**



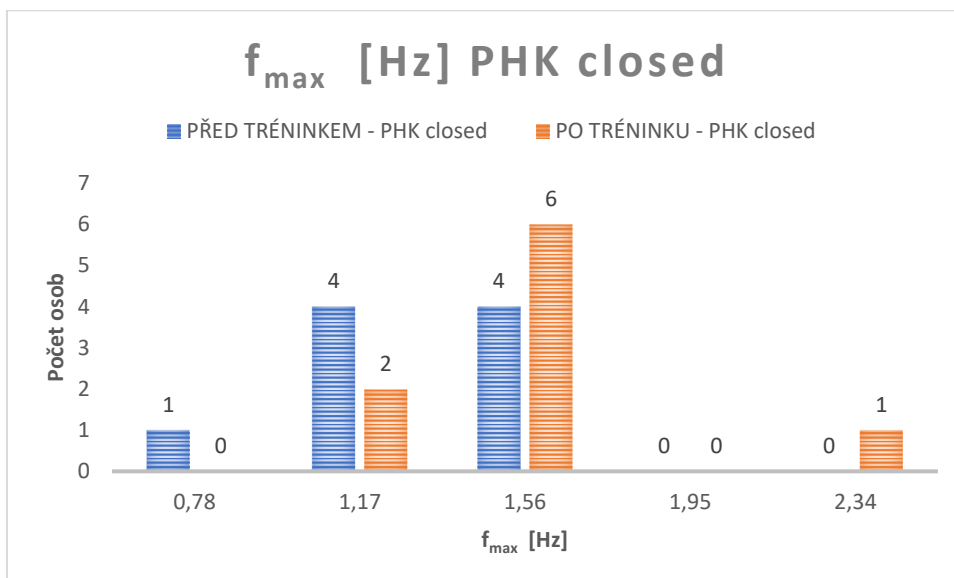
Vysvětlivky: Hz – Hertz, modrá barva – před tréninkem, oranžová barva – po tréninku, PHK – pravá horní končetiny, open – otevřené oči

**Graf 9: Frekvence maximálního třesu u levé horní končetiny s otevřenými očima
před tréninkem a po tréninku**



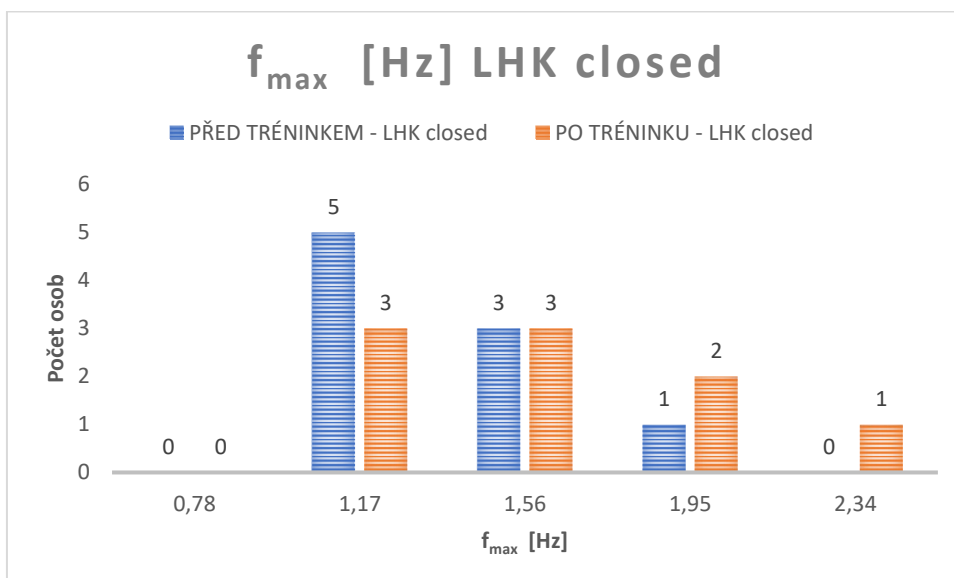
Vysvětlivky: Hz – Hertz, modrá barva – před tréninkem, oranžová barva – po tréninku, LHK – levá horní končetina, open – otevřené oči

**Graf 10: Frekvence maximálního třesu u pravé horní končetiny se zavřenými očima
před tréninkem a po tréninku**



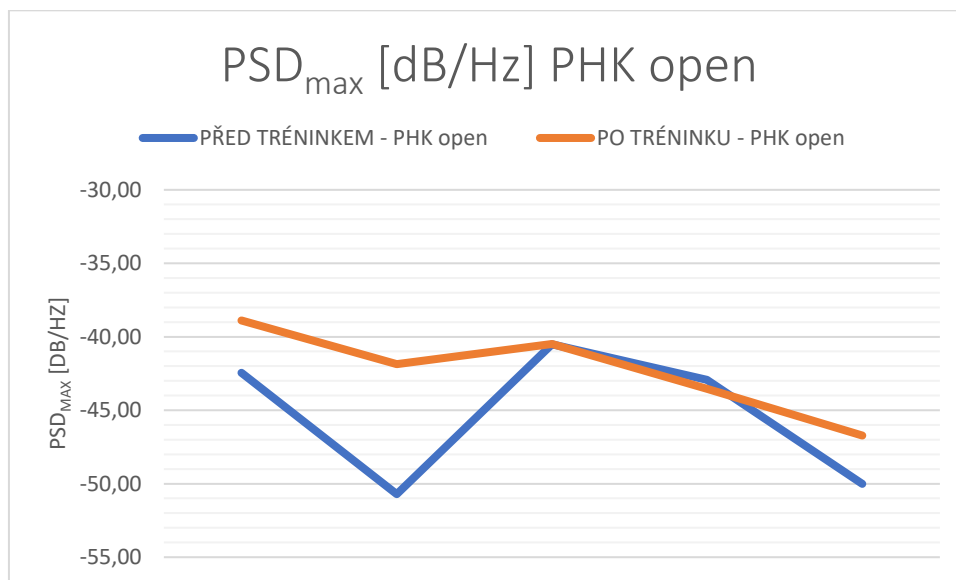
Vysvětlivky: Hz – Hertz, modrá barva – před tréninkem, oranžová barva – po tréninku, PHK – pravá horní končetiny, closed – zavřené oči

**Graf 11: Frekvence maximálního třesu u levé horní končetiny se zavřenými očima
před tréninkem a po tréninku**



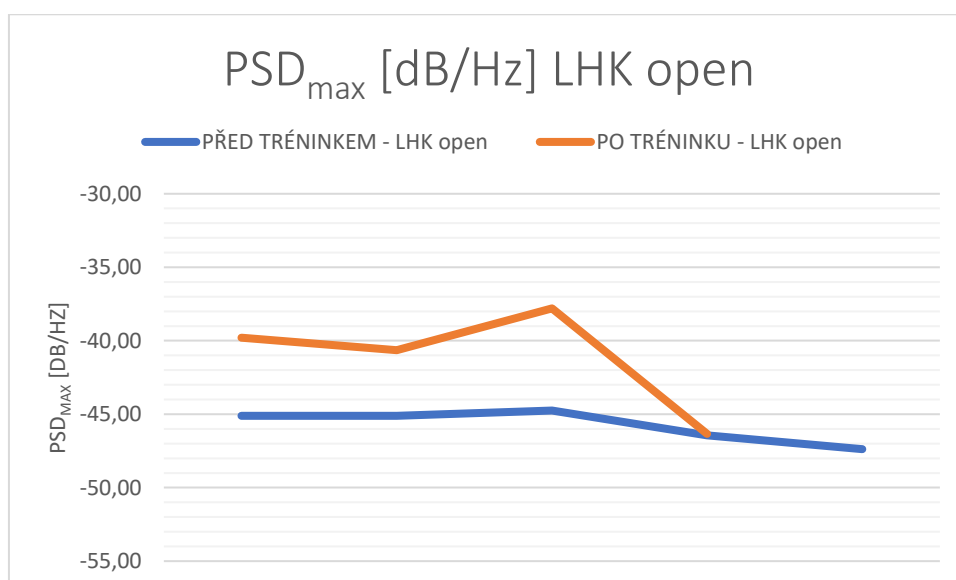
Vysvětlivky: Hz – Hertz, modrá barva – před tréninkem, oranžová barva – po tréninku, LHK – levá horní končetina, closed – zavřené oči

Graf 12: Spektrální hustota třesu u pravé horní končetiny s otevřenýma očima před tréninkem a po tréninku



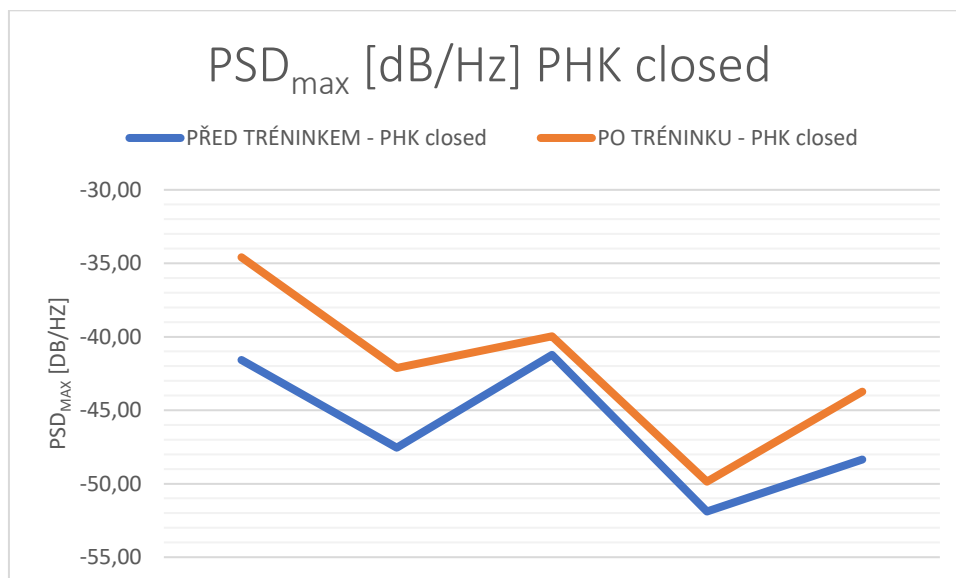
Vysvětlivky: Hz – Hertz, dB – decibel, modrá barva – před tréninkem, oranžová barva – po tréninku, PHK – pravá horní končetiny, open – otevřené oči

Graf 13: Spektrální hustota třesu u levé horní končetiny s otevřenýma očima před tréninkem a po tréninku



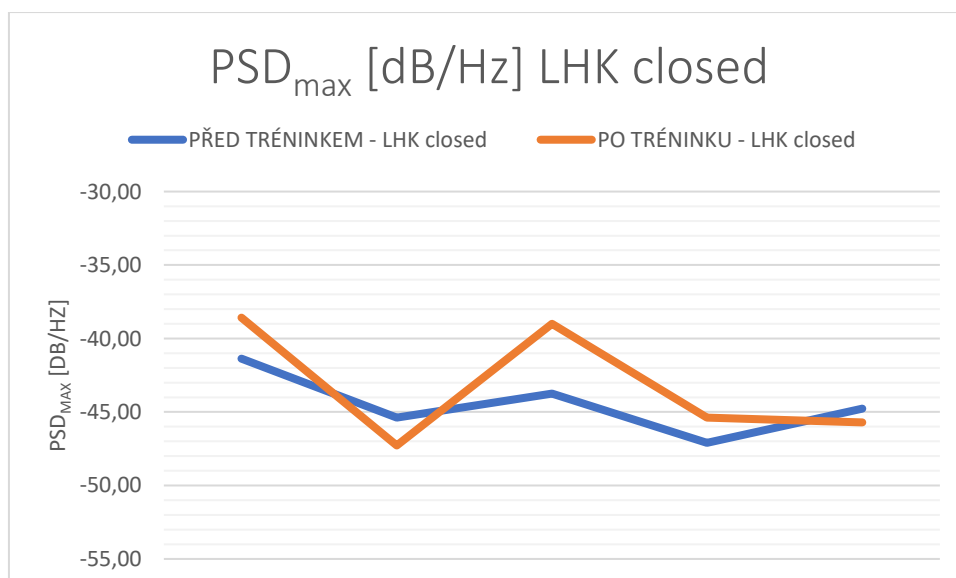
Vysvětlivky: Hz – Hertz, dB – decibel, modrá barva – před tréninkem, oranžová barva – po tréninku, LHK – levá horní končetina, open – otevřené oči

Graf 14: Spektrální hustota třesu u pravé horní končetiny se zavřenýma očima před tréninkem a po tréninku



Vysvětlivky: Hz – Hertz, dB – decibel, modrá barva – před tréninkem, oranžová barva – po tréninku, PHK – pravá horní končetiny, closed – zavřené oči

Graf 15: Spektrální hustota třesu u levé horní končetiny se zavřenýma očima před tréninkem a po tréninku



Vysvětlivky: Hz – Hertz, dB – decibel, modrá barva – před tréninkem, oranžová barva – po tréninku, LHK – levá horní končetina, closed – zavřené oči

Tabulka 3: Srovnání vyšetřených hodnot před tréninkem a po tréninku

		PŘED TRÉNINKEM			PO TRÉNINKU			Hodnota p
		průměr	SD	N	průměr	SD	N	
f_{max} [Hz]	PHK open	1,56	0,48	9	1,47	0,26	9	0,320
	PHK closed	1,30	0,28	9	1,56	0,34	9	0,047
	LHK open	1,43	0,28	9	1,66	0,40	8	0,102
	LHK closed	1,39	0,28	9	1,60	0,41	9	0,107
PSD_{max} [dB/Hz]	PHK open	-45,00	4,68	9	-42,75	4,43	9	0,155
	PHK closed	-45,09	5,76	9	-41,73	5,83	9	0,118
	LHK open	-44,80	3,86	9	-41,12	4,25	8	0,042
	LHK closed	-43,52	3,69	9	-41,73	4,92	9	0,199
Hand grip [kg]	PHK	42,78	8,69	9	46,67	8,70	9	0,297
	LHK	36,11	9,14	9	42,33	5,87	9	0,139

Vysvětlivky: Hz – Hertz, dB – decibel, kg – kilogram, SD – směrodatná odchylka, open – otevřené oči, closed – zavřené oči, PHK – pravá horní končetina, LHK – levá horní končetina, N – počet hodnot, Hodnota p – statistická významnost

Z tabulky 3 je zřejmé, že se téměř všechny vybrané parametry (f_{\max} a PSD_{\max}) zvýšily po tréninku. Pokles frekvence s největším třesem zaznamenáváme pouze u pravé horní končetiny s otevřenými očima, kdy se z $1,56 \pm 0,48$ Hz frekvence snížila na $1,47 \pm 0,26$ Hz (celkem o 0,09 Hz), zatímco u levé horní končetiny s otevřenými očima se největší frekvence třesu zvýšila z $1,43 \pm 0,28$ Hz na $1,66 \pm 0,40$ Hz (celkem o 0,23 Hz). U zavřených očích pravé horní končetiny se frekvence zvýšila celkem o 0,26 Hz, z předtréninkové hodnoty $1,30 \pm 0,28$ Hz na $1,56 \pm 0,34$ Hz, velmi podobně je na tom levá horní končetina, kdy proběhl vzestup z $1,39 \pm 0,28$ Hz na $1,60 \pm 0,41$ Hz (celkem o 0,21 Hz).

U spektrální hustoty došlo vždy k nárůstu dané hodnoty. U pravé horní končetiny s otevřenými očima se hodnota zvýšila z $-45,00 \pm 4,68$ dB/Hz na $-42,75 \pm 4,43$ dB/Hz (celkem o 2,25 dB/Hz), při zavřených očích došlo ještě k většímu nárůstu o 3,36 dB/Hz, z předtréninkové hodnoty $-45,09 \pm 5,76$ dB/Hz na $-41,73 \pm 5,83$ dB/Hz. U levé horní

končetiny se PSD_{max} zvýšilo z $-44,80 \pm 3,86$ dB/Hz na $-41,12 \pm 4,25$ dB/Hz (celkem o 3,68 dB/Hz) při otevřených očích a při zavřených očích z hodnoty $-43,52 \pm 3,69$ dB/Hz na $-41,73 \pm 4,92$ dB/Hz (celkem o 1,79 dB/Hz).

Zhodnocení Hand grip testu ukázalo prokazatelně větší síla stisku ruky po tréninku. Síla pravé horní končetiny vzrostla průměrně o 3,89 kg, z $42,78 \pm 8,69$ kg na $45,33 \pm 11,12$ kg. U levé horní končetiny o celých 6,22 kg z počáteční průměrné hodnoty $36,11 \pm 9,14$ kg na $40,78 \pm 8,45$ kg.

Statisticky významná se potvrdila frekvence maximálního třesu u pravé horní končetiny se zavřenými očima před tréninkem a po tréninku ($p=0,047$) a u spektrální hustoty třesu levé horní končetiny s otevřenými očima ($p=0,042$). U ostatních vyšetřených situací nebyl statistický rozdíl prokázán.

4 DISKUZE

Jedním z cílů této práce bylo vyšetření zdravých jedinců za účelem vytvoření databáze normativních hodnot měření akcelerometrem a síly stisku horní končetiny. Mezi vylučovací faktory patří neurologické onemocnění nebo ortopedická vada horní končetiny. Celkového výzkumu se zúčastnilo 10 účastníků, z toho jeden byl z důvodu ortopedické vady na horní končetině vyloučen.

Vlivem stresu dochází ke vzniku akcentovaného fyziologického třesu (Bhatia et al., 2018). Tento faktor se pokusila zachytit vizuální analogová škála a dotazy na aktuální duševní i fyzický stav. Jeden proband uvedl hodnotu VAS číslo 6 na základě ranní hádky se svojí přítelkyní, která ale neměla na následné měření vliv. Nejvíce jedinců uvedlo hodnotu 0, tudíž stav celkové duševní i fyzické pohody.

V Hand grip testu byl téměř vždy nárůst síly stisku ruky po tréninku. Svalová síla se v průběhu tréninku zvýšila, na pravé HK průměrně o 2,5 kg a na levé HK o 5 kg.

U dvou jedinců (dívek) došlo k poklesu svalové síly na pravé HK, u jedné z nich o 2 kg, u druhé o 3 kg. Na levé HK došlo vždy k nárůstu svalové síly.

Na pravé HK je zaznamenán nejvyšší nárůst o 8 kg a na levé HK nárůst o 11 kg.

Tímto se vyvrátila hypotéza o negativním ovlivnění síly stisku ruky z důvodu svalové únavy.

Podle (Kuchynkové, 2019) má pravidelná intenzivní zátěž pozitivní vliv na sílu stisku ruky.

Není zde záznam po krátkodobé zátěži horní končetiny.

Na základě provedení spektrální analýzy třesu bylo zjištěno, že námi zvolené parametry (frekvence maximálního třesu a míra třesu na této frekvenci) popisující třes každého jednotlivce, se statisticky významně liší před tréninkem a po tréninku. Vybrané parametry (f_{\max} a PSD_{\max}) se téměř vždy zvýšily po tréninku.

Pokles frekvence s největším třesem zaznamenáváme pouze u pravé horní končetiny s otevřenýma očima, kdy se frekvence snížila celkem o 0,09 Hz, zatímco u levé horní končetiny s otevřenýma očima se největší frekvence třesu zvýšila o 0,23 Hz. Hodnota pravé

horní končetiny s otevřenýma i zavřenýma očima vzrostla po tréninku o 0,09 Hz, zatímco u levé horní končetiny je nárůst frekvence o 0,22 Hz.

Hodnota míry třesu na maximální frekvenci (PSD_{max}) se zvýšila vždy po tréninkové jednotce. Na pravé horní končetině je rozdíl před a po tréninku o 2,81 dB/Hz a u levé horní končetiny je rozdíl o 2,72 dB/Hz.

Statisticky významná se potvrdila frekvence maximálního třesu u pravé horní končetiny se zavřenýma očima před tréninkem a po tréninku ($p=0,047$) a u spektrální hustoty třesu levé horní končetiny s otevřenýma očima ($p=0,042$). U ostatních vyšetřených situací nebyl statistický rozdíl prokázán.

Došlo k potvrzení hypotézy, že hráči budou mít po tréninku vyšší hodnoty naměřené pomocí akcelerometru (f_{max} v Hz, kmitočet s největším třesem a PSD_{max} v dB/Hz, míra největšího třesu) na obou horních končetinách.

Do budoucna by se dalo měření zařadit do tréninkového procesu a sledovat vývoj spektrální charakteristiky třesu v průběhu tréninku nebo při použití cviků na posílení předloktí v rámci rozcvičení pro větší jistotu a snížení frekvence třesu.

5 ZÁVĚR

Během tréninkové jednotky tenisu se zvyšují téměř všechny parametry akcelerometrického vyšetření (hypotéza jedna byla potvrzena). Zvyšuje se i svalová síla hráčů (hypotéza dvě byla vyvrácena).

Studie přispěla k porozumění vývoje třesu a svalové síly během tréninkové jednotky hráčů tenisu. Rozšířila databázi akcelerometrického měření zdravých dobrovolníků, což v budoucnosti umožní interpretovat výsledky studií hodnotící vliv terapie u různých diagnóz, například u roztroušené sklerózy mozkomíšní.

CITACE

1 – ALUSI, S. H.; GLICKMAN, S.; AZIZ, TZ.; BAIN, PG. Tremor in multiple sclerosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* [online]. 1999 [cit. 2020-05-07]. DOI: 10.1136/jnnp.66.2.131. ISSN 0022-3050. Dostupné z: <http://jnnp.bmj.com/cgi/doi/10.1136/jnnp.66.2.131>

2 – AMBLER, Z. *Základy neurologie: učebnice pro lékařské fakulty*. 6. přepracované a doplněné vyd. Praha: Galén, 2006, 35-37. ISBN 80-7262-433-4.

3 – ANDRADE, A.; ALVES, A.; DE ALMEIDA, MFS; LOPES, G.; SOUZA PAIXAO; BERNARDINO, S; CARLOS, V. Human Tremor: Origins, Detection and Quantification. *Practical Applications in Biomedical Engineering* [online]. InTech, 2013, [cit. 2020-05-07]. DOI: 10.5772/54524. ISBN 978-953-51-0924-2. Dostupné z: <http://www.intechopen.com/books/practical-applications-in-biomedical-engineering/human-tremor-origins-detection-and-quantification>

4 – BHATIA, KP.; BAIN, P.; BAJAJ, M.; et al. Consensus Statement on the classification of tremors. from the task force on tremor of the International Parkinson and Movement Disorder Society. *Movement Disorders* [online]. 2018 [cit. 2020-05-07]. DOI: 10.1002/mds.27121. ISSN 08853185. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/mds.27121>

5 – BONGIOVANNI, LG; HAGBARTH, KE. Tonic vibration reflexes elicited during fatigue from maximal voluntary contractions in man. *The Journal of physiology* vol. 423 (1990): 1-14. doi:10.1113/jphysiol.1990.sp018007 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1189742/?page=1>

6 – CRESPO, M.; MILEY, D. *Tenisový trenérský manuál 2. stupně (pro vrcholové trenéry)*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2003.

7 – DEBNAM, J. Is Tennis An Aerobic Or Anaerobic Sport? *Tennis Practices* [online]. 2013, [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <http://www.tenniszoo.com/latest-news/2013-08-14-is-tennis-an-aerobic-or-anaerobic-sport>

8 – DEUSCHL, G.; RAETHJEN, J.; LINDEMANN, M.; KRACK, P. The pathophysiology of tremor. *Muscle & Nerve* [online]. 2001, [cit. 2020-05-07]. DOI: 10.1002/mus.1063. ISSN 0148-639X. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/mus.1063>

9 – GANONG, WF. *Přehled lékařské fyziologie: 20. vydání.* Praha: Galén, 2005. ISBN 80-7262-311-7.

10 – GRASGRUBER, P.; CACEK, J. Sportovní geny. Brno: Computer Press, a. s., 2008. 480 s. ISBN 970-80-251-1873-3

11 – HAVLÍČKOVÁ, L.; et al. Fyziologie tělesné zátěže II: speciální část. Díl 1., Praha: Karolinum, 1993

12 – HOEVEN, H.; KIBLER WB. Shoulder injuries in tennis players. *Br J Sports Med.* 2006;40(5):435-440. doi:10.1136/bjsm.2005.023218. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16632575/>

13 – HORÁK, P. Objektivizace vyšetření třesu pomocí akcelerometru. Praha, 2018. Bakalářská práce. Univerzita Karlova. Klinika rehabilitačního lékařství FNKV. Vedoucí práce doc. PhDr. Kamila Řasová, Ph.D.

14 – JANČÍK, J.; ZÁVODNÁ, E.; NOVOTNÁ, M. Fyziologie tělesné zátěže – vybrané kapitoly [online]. 2007, [cit. 2020-06-26]. Dostupné z WWW: <https://is.muni.cz/elportal/estud/fsps/js07/fyzio/texty/ch02.html>

15 – JIRKA, Z. Regenerace a sport. 1. vyd. Praha: Olympia, 1990, 254 s., ISBN 80-7033-052-X

16 – JURÁNEK, M. Prostředky automatického řízení. VŠB Technická univerzita Ostrava [online]. Ostrava: VŠB Technická univerzita Ostrava, 2007 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: http://homel.vsb.cz/~jur286/prostredky_aut_rizeni/preklad.htm

17 – KITTNAR, O. Lékařská fyziologie. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4.

18 – KOTÍKOVÁ, P. Jak vypovídá vyšetření akcelerometrem o funkci horních končetin u nemocných s roztroušenou sklerózou mozkomíšní?. Praha, 2019. Bakalářská práce. Univerzita Karlova. Klinika rehabilitačního lékařství FNKV. Vedoucí práce doc. PhDr. Kamila Řasová, Ph.D.

19 – KUCHYNKOVÁ, K. Hodnocení vlivu intenzivní zátěže na sílu stisku ruky. Brno, 2019. Bakalářská práce. Masarykova Univerzita. Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Mgr. Martin Čuta, Ph.D.

20 – LUKÁČ, P. Inerciálne navigačné systémy na báze MEMS. Košice. Písomná práca k dizertačnej skúške. Technická univerzita v Košiciach, Letecká fakulta. 2007

21 – MIČÁNKOVÁ, V. Tremometr. Brno. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2013

22 – NEVŠÍMALOVÁ, S; TICHÝ, J.; RŮŽIČKA, E. *Neurologie*. Praha: Galén, c2002. ISBN 80-7262-160-2.

23 – PARÁKOVÁ, B.; MÍKOVÁ, M.; KROBOT, A. Vibrace: Neurofyziologické aspekty a možnosti klinického využití. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2008, roč. 15, č. 1, s. 11-17. ISSN: cnb000359219

24 – PYŠNÝ, L. Regenerace. Ústí nad Labem: PF UJEP, 1997, ISBN 80-7044-165-8

25 – REILLY, T.; et al. Physiology of sports. Velká Británie: Spon Press, 2002. 512 s. ISBN 0-419-13590-1

26 – ROETERT, P.; ELLENBECKER, TS. *Complete conditioning for tennis*. Champaign: Human Kinetics, 2007. 208 s.

27 – ROTH, J.; SEKYROVÁ, M.; RŮŽIČKA, E.; et al. Parkinsonova nemoc. 4. rozšířené vydání. Praha: Maxdorf 2009, 25-26

28 – RUBCHINSKY, L.; KUZNETSOV, A.; WHEELOCK V.; SIGVARDT, K. Tremor. Scholarpedia [online]. 2007, 2(10):1379, [cit. 2020-05-07]. DOI: 10.4249/scholarpedia.1379. ISSN 1941-6016. Dostupné z: <http://www.scholarpedia.org/article/Tremor>

29 – RŮŽIČKA, E.; ROTH J.; KAŇOVSKÝ, P.; et al. Dyskinetické syndromy a onemocnění: Extrapiramidová onemocnění II. Praha: Galén, 2002. ISBN 80-7262-154-8.

30 – ŘASOVÁ, K. *Fyzioterapie u neurologicky nemocných (se zaměřením na roztroušenou sklerózu mozkomíšní)*. Praha: Ceros, 2007. ISBN 978-80-239-9300-4.

31 – SEVERA, J.; et al. Tenis pro trenéry II. a III. třídy: učební texty. Díl 2. Praha: Český tenisový svaz, 1993

32 – SCHERRER, J. Únava. 1. vyd., překlad z fr. La Fatigue, přeložil Máček, M., Praha: Viktoria publishing, 1995, ISBN 80-85865-73-4

33 – SMAGA, S. Tremor. [online]. 2003, 68(8), 1545-1552 [cit. 2020-05-07]. DMIT: 14596441 Dostupné z: <https://europepmc.org/abstract/med/14596441>

34 – ŠVESTKOVÁ, O.; ANGEROVÁ, Y.; DRUGA, R.; PFEIFFER, J.; VOTAVA, J. *Rehabilitace motoriky člověka: fyziologie a léčebné postupy*. Praha: Grada Publishing, 2017, 130. ISBN 978-80-271-0084-2.

35 – VISUAL – ANALOGUE SCALE. *Operative Neurosurgery* [online]. 2019 [cit. 2020-07-05]. Dostupné z: https://operativeneurosurgery.com/doku.php?id=visual_analog_scale

36 – VOJÁČEK, A. Principy akcelerometrů - 3. díl – Tepelné akcelerometry MEMSIC. In: *Automatizace.HW.cz | Elektronika v automatizaci* [online]. Praha: HW server, 2007 [cit. 2020-05-07]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/clanek/2007040901>

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Charakteristika probandů.....	32
Tabulka 2: Výsledky porovnání Hand grip pravé a levé horní končetiny u mužů a žen, před tréninkem a po tréninku.....	35
Tabulka 3: Srovnání vyšetřených hodnot před tréninkem a po tréninku.....	40

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Časový průběh vybraného záznamu signálu z akcelerometru (zdroj: Kotíková, 2019).....	28
Graf 2: Spektrální výkonová hustota (PSD) vybraného záznamu (zdroj: Kotíková, 2019).....	29
Graf 3 a 4: Spektrální charakteristika třesu dvou probandů (zdroj: autor).....	30
Graf 5: Subjektivní hodnocení bolesti pomocí VAS.....	33
Graf 6: Počet odehraných hodin za týden.....	33
Graf 7: Rozdíl hodnot Hand Grip.....	34
Graf 8: Frekvence maximálního třesu u pravé horní končetiny s otevřenýma očima před tréninkem a po tréninku.....	36
Graf 9: Frekvence maximálního třesu u levé horní končetiny s otevřenýma očima před tréninkem a po tréninku.....	36
Graf 10: Frekvence maximálního třesu u pravé horní končetiny se zavřenýma očima před tréninkem a po tréninku.....	37
Graf 11: Frekvence maximálního třesu u levé horní končetiny se zavřenýma očima před tréninkem a po tréninku.....	37
Graf 12: Spektrální hustota třesu u pravé horní končetiny s otevřenýma očima před tréninkem a po tréninku.....	38
Graf 13: Spektrální hustota třesu u levé horní končetiny s otevřenýma očima před tréninkem a po tréninku.....	38
Graf 14: Spektrální hustota třesu u pravé horní končetiny se zavřenýma očima před tréninkem a po tréninku.....	39
Graf 15: Spektrální hustota třesu u levé horní končetiny se zavřenýma očima před tréninkem a po tréninku.....	39

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Srovnání energetického krytí v tenise a v ostatních sportech (zdroj: Roetert, Ellenbecker, 2007).....	18
Obrázek 2: Koordinační řetězec (zdroj: Crespo a Miley, 2003).....	20
Obrázek 3: Visual – Analogue Scale (zdroj: https://operativeneurosurgery.com , 2019).....	26
Obrázek 4 a 5: Hand Grip Strength (zdroj: autor).....	27
Obrázek 6: Akcelerometr (zdroj: autor).....	27

PŘÍLOHY

Příloha 1: Klinické testy, dotazník a anamnestické údaje

VYŠETŘENÍ TŘESU U TENISOVÝCH HRÁČŮ POMOCÍ AKCELEROMETRU

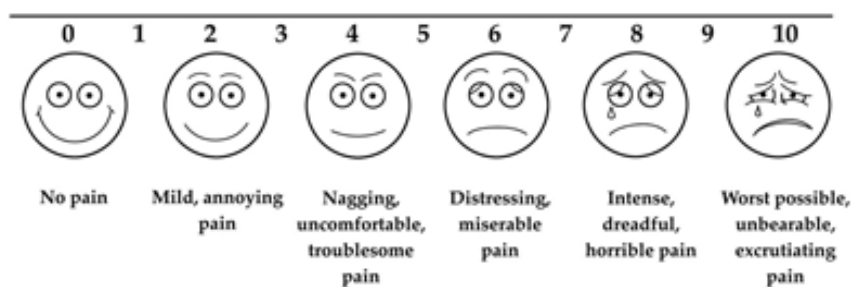
Tremor diagnostics of tennis players using accelerometer

Jméno a příjmení.....

Datum narození.....

KLINICKÉ TESTY NA FUNKCI HKK

Visual – Analogue Scale (VAS)



Hand grip strength (JAMAR) – síla stisku ruky měřený pomocí dynamometru

Hand grip R 1	
Hand grip R 2	
Hand grip L 1	
Hand grip L 2	

Měření třesu

Tremor R 1 open		číslo souboru:
Tremor L 1 open		číslo souboru:
Tremor R 1 closed		číslo souboru:
Tremor L 1 closed		číslo souboru:
Tremor R 2 open		číslo souboru:
Tremor L 2 open		číslo souboru:
Tremor R 2 closed		číslo souboru:
Tremor L 2 closed		číslo souboru:

DOTAZNÍK

Pohlaví	Žena	Muž			
Kategorie	Babytenis	Mladší žáci	Starší žáci	Dorost	Dospělí
Czech tennis ranking (ve své kategorii)					
Výška (cm)					
Váha (kg)					
Dominantní končetina	Pravá	Levá			
Počet odehraných hodin za týden					
Kondice za týden	nemám	1-2x	3-5x	každý den
Fyzioterapie a kompenzační cvičení za týden	nemám	1-2x	3-5x	každý den
Masáže za týden	nemám	1-2x za měsíc	1x týdně	2x a vícekrát za týden
V jaké fázi tréninku se nejvíce koncentruješ?	na začátku	v půlce	na konci		
Cítíš během tréninku (či po něm) slabost nebo třes v HKK?	ne	ano (pokud ano, kdy)			

ANAMNÉZA

Nynější onemocnění

Osobní anamnéza (operace, nemoci)

Rodinná anamnéza (onemocnění v rodině)

Farmakologická anamnéza (léky)

Abusus (kouření/alkohol/drogy)

Alergie

Gynekologická

Pracovní/Sportovní (začátek kariéry věk)

Příloha 2: Informace o studii

VYŠETŘENÍ TŘESU U TENISOVÝCH HRÁČŮ POMOCÍ AKCELEROMETRU

Tremor diagnostics of tennis players using accelerometer

Lenka Škochová

1. Informace o projektu
2. Kritéria účasti ve studii
3. Trénink
4. Vyšetření
5. Rizika spojena s touto studií
6. Důvěrnost
7. Účast na studii
8. Informovaný souhlas

INFORMACE O PROJEKTU

Cílem studie je zjistit vliv tenisového tréninku na fyziologický třes. Třes bude měřen pomocí akcelerometru před tenisovým tréninkem a následně po tréninkové jednotce.

Dále bude vyšetřena svalová síla pomocí Hand Grip Strength. Měření bude probíhat na zdravých jedincích a aktivních tenisových hráčích různých věkových kategorií.

KRITÉRIA ÚČASTI VE STUDII

Kritéria pro účast ve studii

- Aktivní tenisový hráč/hráčka

Vylučující kritéria

- Těhotenství
- Zlomenina
- Kardiovaskulární nebo ortopedická dysfunkce
- Nevolnost
- Požití jakýchkoliv omamných či návykových látek
- Neurologické onemocnění (Roztroušená skleróza mozkomíšní, Parkinsonova choroba,..)

TRÉNINK

Trénink probíhá v kompetenci tenisového trenéra. Před samotným tréninkem se hráč rozcvičí.

VYŠETŘENÍ

Dotazník

- Charakteristika účastníků studie: věk, pohlaví, výška, váha, dominantní končetina, počet tréninků týdně, kompenzační cvičení a rehabilitace

- Subjektivní hodnocení hráče: momentální stav hráče (Visual – Analogue Scale VAS), kdy se v tréninku nejvíce koncentrují, slabost/třes během tréninku či po něm

Anamnéza

- Nynější onemocnění (pokud se s něčím léčí), osobní anamnéza (nemoci a operace např. HKK), rodinná anamnéza (dědičné onemocnění – RS, Alzheimerova choroba, Parkinsonova choroba, Diabetes mellitus)
- Farmakologická anamnéza, abus, alergie, gynekologická, pracovní/sportovní, sociální anamnéza

Klinické vyšetření

- HGS – Hand Grip Strength (Síla stisku ruky) – hodnocení dynamometrem
- Akcelerometr LIS 3LV02DQ (od firmy ST Micro) – vyšetření třesu (frekvence, rytmicita)

RIZIKA SPOJENA S TOUTO STUDIÍ

Studie není spojena se zvýšeným rizikem. Používá standardně používané vyšetřovací i terapeutické postupy. Tréninková jednotka probíhá v kompetenci tenisového trenéra.

DŮVĚRNOST

Práce s osobními údaji a s výsledky v této studii bude důvěrná a bude se řídit podle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/679 ze dne 27. dubna 2016 a dále dle zákona č. 110/2019 Sb., o zpracování osobních údajů.

ÚČAST NA STUDII

Účast na studii je dobrovolná a spolupráce může být ukončena okamžitě bez udání důvodu

Příloha 3: Informovaný souhlas účastníka studie

VYŠETŘENÍ TŘESU U TENISOVÝCH HRÁČŮ POMOCÍ AKCELEROMETRU

Tremor diagnostics of tennis players using accelerometer

Jméno a příjmení

Datum narození

Tímto v souladu s Nařízením Evropského parlamentu a Rady EU 2016/679 a dále dle zákona č. 110/2019 Sb., o zpracování osobních údajů.

Výslovně souhlasím se shromážděním a se zpracováním mých osobních a citlivých údajů, které se týkají mého zdravotního stavu a souvisejí s výzkumem.

Podpisem tohoto souhlasu prohlašuji, že jsem byl ze strany níže uvedených osob důkladně a dostatečně informován o tom, za jakým účelem budou zpracovány mé osobní a citlivé údaje.

Souhlasím s pořízením a použitím fotografií a případně video záznamů mé osoby, které budou použity výhradně pro účely studie.

Prohlašuji, že mne autorka bakalářské práce informovala o podstatě výzkumu. Seznámila mne s cílem, úkoly, metodami práce a postupy, které budou při výzkumu používány.

Jsem informován/a, že mám možnost kdykoliv od spolupráce na bakalářské práci odstoupit, a to i bez udání důvodu.

Prohlašuji, že jsem výše uvedenému souhlasu porozuměl/a, jsem si vědom/a veškerých práv a povinností, které na základě tohoto souhlasu vzniknou mně i zpracovateli osobních a citlivých údajů, a udělení níže uvedeného souhlasu představuje mou pravou a svobodnou vůli na důkaz, čehož připojuji svůj vlastnoruční podpis.

V, dne.....

Podpis

Příloha 4: Rozhodnutí etické komise



ETICKÁ KOMISE
FAKULTNÍ NEMOCNICE KRALOVSKÉ VINOHRADY
MEDICAL FACULTY OF CHARLES UNIVERSITY

ROZHODNUTÍ **MULTICENTRICKÉ ETICKÉ KOMISE FAKULTNÍ NEMOCNICE** **KRALOVSKÉ VINOHRADY**

EK-VP/23/0/2014

NÁZEV PROJEKTU:

„Vliv fyzioterapeutických facilitací technik na funkci horní končetiny u pacientů s roztroušenou sklerózou“

Hlavní zkoušející:

PhDr. Kamila Řasová, PhD.

Pracoviště:

Klinika rehabilitačního lékařství FNKV

Etická komise na svém zasedání **dne 6.8.2014** projednala návrh vědeckého projektu, doloženého následujícími dokumenty:

1. Žádost o schválení
2. Anotace projektu
3. Informovaný souhlas
4. Záznam průběhu terapií

Na základě hlasování EK vydává

- ☒ **Souhlasné stanovisko**
☐ **Nesouhlasné stanovisko**

Projekt je přínosem pro pacienty.

Zkoušející se hlasování nezúčastnila.

Poučení pro hlavního zkoušejícího:

V případě podávání nových výzkumných projektů v rámci grantových agentur je hlavní zkoušející povinen zajistit souhlasné stanovisko SÚKL, a to prostřednictvím Úseku pro grantové programy FNKV, který poskytne kompletně zpracované žádosti Etické komisi FNKV. Etická komise následně zašle vybrané projekty k posouzení na SÚKL. Vlastní podání projektů do soutěže není vázáno pozitivním stanoviskem SÚKL, v žádosti je však třeba zmínit, že projekt byl na SÚKL k posouzení podán. V rozpočtu je třeba počítat i s výdaji na pojištění pacientů.

Hlavní zkoušející je povinen ohlásit EK FNKV datum zahájení a ukončení projektu a zaslat závěrečnou zprávu.